REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LES IDÉES NOUVELLES SUR L'ORIGINE ET LA FORMATION DES SPERMATOZOIDES

APERÇU DE LA QUESTION

Étudier la spermatogénèse, c'est avant tout rechercher comment dans le testicule d'un animal adulte se forment les spermatozoïdes, et comment la formation spermatogénique peut pour un temps plus ou moins long se faire d'une façon continue, ou bien recommencer après avoir momentanément cessé. Enfermée dans ces limites étroites, la question de la spermatogénèse nous apparaît comparable à celle du mécanisme de la sécrétion dans une glande quelconque : il s'agit de savoir comment les cellules sécrètent, et comment ensuite, épuisées par la sécrétion, elles se régénèrent, ou, devenues produit de secrétion elles-mêmes, elles sont remplacées. Ici seulement le produit de l'activité glandulaire, le spermatozoïde, au lieu d'être une particule de la cellule détachée du reste, est une cellule tout entière qui est excrétée en totalité et doit être en totalité remplacée : exemple unique, croyons-nous, de ce que les physiologistes nomment sécrétion morphologique. Ce spermatozoïde est une cellule, mais une cellule profondément modifiée, à tel point qu'en le voyant on peut au premier abord se demander si c'est bien une cellule que l'on a sous les yeux.

L'ensemble des transformations profondes qui ont conduit une cellule testiculaire, la cellule spermatique ou *spermatide*, à la forme de spermatozoïde, peut porter le nom d'*ontogénèse* du spermatozoïde. L'étude de ces transformations est intéressante à un double point de vue : tout d'abord, au point de vue spécial du mode de formation de l'élément reproducteur mâle ; ensuite, au point de vue général de la biologie cellulaire et de la connaissance de la constitution de la cellule. Sous ce dernier rapport, il est évident, en effet, que l'étude de la structure intime de la cellule doit être faite non seulement pour l'état statique, indifférent, de cette cellule, mais encore pour son état dynamique, différencié. Il y a intérêt à connaître non seulement la manière d'être d'une cellule, mais encore ce que cette cellule peut devenir, et comment elle peut le devenir; il faut être renseigné sur les potentialités diverses des cellules, sur leurs différenciations possibles, comme on dit en histologie. Bien plus, il faut savoir non seulement ce que devient la cellule considérée dans son ensemble, mais encore quels sont les changements subis dans cette évolution de la cellule par les différentes parties dont cette cellule se compose à l'état indifférent. A cet égard l'étude de l'ontogénèse du spermatozoïde, ou, ce qui revient au même, celle de la différenciation de la cellule spermatique, est des plus instructives.

Mais la cellule spermatique, des métamorphoses de laquelle résulte le spermatozoïde, a elle-même une origine, et nous rechercherons quels sont les générateurs de cette cellule à son tour; nous ferons l'étude de la descendance du spermatozoïde. Il va

de soi que, dans la recherche de cette descendance, on peut remonter plus ou moins haut. On peut se borner au testicule adulte, ou bien remonter au testicule jeune, non encore mûr, ou bien même à l'ébauche de la glande chez l'embryon. Il arrive alors que l'histoire des origines du spermatozoïde coïncide à peu près avec celle du développement du testicule même.

Enfin, l'équivalence des éléments sexuels, du spermatozoïde et de l'œuf, nous invite à rechercher si le processus de la spermatogénèse et celui de l'ovogénèse, qui donnent naissance à des produits de même valeur, sont semblables ou tout au moins comparables, et comment, dans ce cas, la comparaison peut être faite.

Nous examinerons successivement les diverses questions suivantes :

1° Descendance du spermatozoïde ou histogénèse du testicule ;

2° Transformation de la cellule spermatique en spermatozoïde ou ontogénèse du spermatozoïde ;

3° Parallèle de la spermatogénèse et de l'ovogénèse, ou comparaison morphologique du spermatozoïde et de l'œuf.

I. — Descendance du spermatozoïde ou histogénèse du testicule

Nous examinerons deux processus typiques d'histogénèse différents. L'un est simple, l'autre complexe. L'un se déroule tout entier chez l'adulte, l'autre s'étend depuis la vie embryonnaire jusqu'à l'époque de la maturité sexuelle de l'animal. Le premier nous sera présenté par l'Ascaride du Cheval, le deuxième par les Mammifères.

A. *Le testicule de l'Ascaride du Cheval.* — La glande génitale mâle des Ascarides est un long tube dans lequel se succèdent, depuis l'extrémité borgne du tube jusqu'à sa terminaison, les différentes générations de cellules séminales desquelles descendent les spermatozoïdes. Avec E. van Beneden et Julin et avec O. Hertwig, on peut distinguer dans le tube testiculaire plusieurs régions ou zones successives, dans chacune desquelles les éléments séminaux se trouvent en un état déterminé de développement. La première région, ou « zone germinative », est constituée par de petites cellules qui se multiplient activement par division, et que l'on peut appeler cellules séminales primordiales ou *spermatogonies* ; les cellules-filles des spermatogonies sont appelées *spermatocytes*. Dans la deuxième région ou « zone d'accroissement » les spermatocytes précédemment formés ne se multiplient pas, mais s'accroissent beaucoup. La troisième région peut porter le nom de « zone de division ou de maturation ». Les spermatocytes s'y divisent deux fois de suite, sans se reposer, phénomène remarquable qui ne se retrouve que dans l'ovogénèse et sur lequel nous reviendrons plus tard. Les produits de cette bipartition deux fois répétée sont des cellules spermatiques ou des *spermatides*, qui ne se divisent plus, mais qui, dans la partie plus inférieure du testicule, se transformeront directement en *spermatozoïdes*, au cours de modifications qui feront l'objet du paragraphe suivant. Chaque spermatocyte a ainsi donné naissance à deux spermatocytes-filles, dont chacun, se divisant à son tour, produira deux cellules séminales-filles ou spermatides ; de chaque spermatocyte sont donc issues quatre spermatides qui se transformeront en autant de spermatozoïdes.

B. *Le tube séminifère des Mammifères et son développement.* — Chez nombre d'Invertébrés, chez les Vertébrés et en particulier chez les Mammifères pris comme type, les dispositions sont plus compliquées que celles que nous venons d'examiner. Chez les Mammifères, en outre, on ne serait plus suffisamment renseigné sur la généalogie du spermatozoïde, si l'on étudiait seulement le testicule de l'animal adulte, et il faut remonter aux phases jeune et embryonnaire de l'organe pour trouver les ancêtres cellulaires des spermatozoïdes. C'est là une nécessité qui ressortira de l'exposé que nous allons faire de la constitution du tube séminifère adulte des Mammifères.

La coupe transversale du tube séminifère d'un Mammifère (*fig.* 1) peut être décomposée en rayons et interrayons. Les rayons (R) sont occupés par une file d'éléments qui, si on les considère de la périphérie au centre du tube, dérivent successivement les uns des autres. Les éléments les plus internes sont les spermatozoïdes sp^3 ; ils dérivent directement d'éléments plus extérieurs, qui sont les cellules spermatiques ou spermatides sp^2 ; celles-ci, à leur tour, sont les cellules-filles de cellules situées plus en dehors, les spermatocytes sp^1 ; les spermatocytes enfin sont issus de la division de cellules plus extérieures encore, les spermatogonies (sp).

Nous retrouvons ici, échelonnés de la périphérie au centre dans une coupe de tube séminifère, les trois types successifs d'ancêtres cellulaires du spermatozoïde, que nous avons trouvés dans les différentes régions du tube testiculaire de l'Ascaride. Les spermatozoïdes et les éléments dont ils dérivent forment ensemble une lignée cellulaire parfaitement continue.

Que sont maintenant les cellules (f) qui occupent les interrayons (iR) ? Ces éléments, dont il n'existe qu'un seul dans chaque interrayon, avaient été d'abord considérés comme des « spermatoblastes », c'est-à-dire des producteurs de spermatozoïdes, parce qu'on avait cru voir dans l'extré-

mité centrale de leur corps cellulaire se former les spermatozoïdes : opinion qu'a abandonnée l'auteur même (v. Ebner) qui l'avait avancée autrefois. On en a fait ensuite des « cellules fixes » (Sertoli), afin d'exprimer par cette appellation l'opposition que

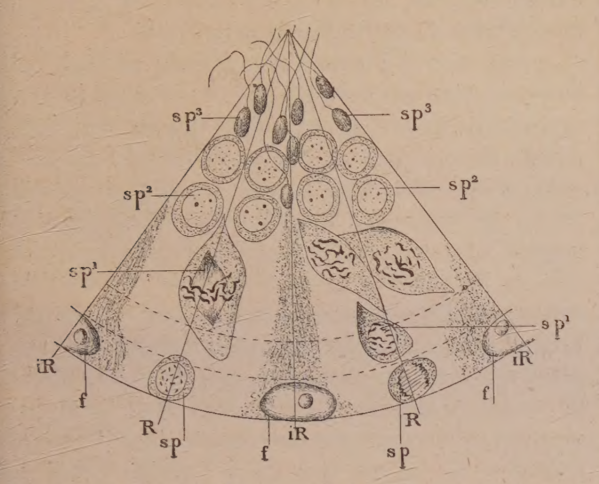


Fig. 1. — *Portion d'une coupe du tube séminifère d'un Mammifère* représentée demi-schématiquement. — R, rayons. — *i*R, interrayons figurés par des traits radiés. Le tube est décomposé par des lignes courbes pointillées en zones concentriques qui correspondent de dehors en dedans aux régions dont se compose le testicule de l'Ascaride de son extrémité borgne jusqu'à sa terminaison. — Dans les interrayons, *f*, la cellule fixe. — Dans les rayons, la lignée séminale représentée de dehors en dedans par les spermatogonies *sp*, les spermatocytes sp^1, les spermatides sp^2 et les spermatozoïdes sp^3. La spermatogonie *sp* (rayon gauche) est devenue en augmentant de volume le spermatocyte sp^1 (rayon droit) : celui-ci, devenu plus considérable (rayon gauche), est en voie de division sp^1 ; ses deux cellules-filles sp^1 (rayon droit) se préparent à une nouvelle division de laquelle résulteront les quatre spermatides sp^2, dont chacune deviendra un spermatozoïde sp^3.

l'on peut établir entre ces éléments toujours identiques à eux-mêmes et les cellules séminales, soumises à une incessante évolution, qui remplissent les rayons du tube séminifère. On les a regardés ensuite comme des « cellules de soutien », parce qu'on admettait que de leur extrémité centrale partent des prolongements qui s'unissent entre eux de manière à former des niches destinées à loger les cellules séminales et à les protéger dans le cours de leur évolution (Merkel, Renson, Benda, etc.). Enfin on les a fait servir à la nutrition des éléments séminaux et en particulier des spermatozoïdes (Benda, v. Ebner dans un deuxième travail), et on les a opposés sous le nom de « cellules végétatives » aux éléments séminaux ou « cellules germinatives » (Benda). Il est possible que les éléments cellulaires, dont la signification nous occupe, remplissent l'une ou l'autre des diverses fonctions que les auteurs leur ont attribuées. Il est certain toutefois qu'ils ne sont pas générateurs de spermatozoïdes, et ne méritent pas la dénomination de spermatoblastes que v. Ebner leur avait donnée ; il est presque aussi sûr qu'ils ne forment pas pour les cellules séminales un système de soutien tel que celui que Merkel avait décrit. Qu'ils jouent dans la spermatogénèse un rôle protecteur et nutritif à l'égard des éléments séminaux (rôle dont, il faut bien l'avouer, nous ne connaissons pas complètement les conditions), c'est une hypothèse que l'on peut accepter, mais qui ne saurait nous donner la véritable raison d'être de ces éléments et par suite leur réelle signification. La dénomination de cellules fixes que Sertoli leur avait imposée fait ressortir à la fois leur caractère le plus saillant et le mieux établi, c'est-à-dire leur immutabilité et leur quiescence au milieu des transformations, des multiplications des cellules séminales ; leur noyau, en effet, comme Sertoli l'a fait observer nettement le premier, est toujours identique à lui-même avec son nucléole caractéristique, et sans présenter jamais les figures qui distinguent la division : il demeure indéfiniment au repos.

Si donc nous ne voyons pas les cellules fixes se transformer directement en quelqu'une des cellules séminales, non plus que se diviser pour produire des cellules-filles qui pourraient devenir cellules séminales, les liens de parenté nous paraissent nuls entre les cellules fixes et les générations séminales successives. Et quand nous nous posons la question que plusieurs auteurs et nous-même avons soulevée : font-elles partie de la lignée séminale ou en sont-elles indépendantes ? y a-t-il, en d'autres termes, dans le tube séminifère adulte des Mammifères deux sortes de cellules absolument étrangères l'une à l'autre, des cellules séminales et des cellules fixes, ou bien n'y existe-t-il qu'une seule famille avec deux formes cellulaires ? — la première réponse seule paraît acceptable. Mais si, ne nous limitant plus à l'étude du tube séminifère sexuellement développé, nous examinons son développement, il devient évident que la seconde solution seule est autorisée par les faits. Ce sont ces faits qu'il nous faut apprendre à connaître à présent.

Faisons une coupe transversale du corps d'un embryon de Poulet au 4e jour de l'incubation, ou d'un embryon de Lapin du 13e jour. Nous trouvons (fig. 2, I) l'ébauche de la glande génitale représentée par un épaississement localisé de la bordure cellulaire ou épithélium de la future cavité péritonéale (*e*) ; cet épaississement porte le nom d'*épithélium germinatif* (*eg*) ; il est constitué par de petites *cellules épithéliales* ordinaires très serrées. Déjà, à l'époque que nous considérons, ont paru, au milieu de ces petites cellules, d'autres éléments qui se distinguent par leur taille considérable et auxquels leur ressemblance avec des œufs a mérité le nom d'*œufs primordiaux* (*o*). Les œufs primordiaux ne peuvent provenir que des cellules épithéliales ordi-

naires dont ils sont une forme différenciée. A ce stade donc nous n'avons qu'une seule sorte d'éléments cellulaires, puisque les uns et les autres ont la même origine; mais ces éléments se présentent sous deux formes bien tranchées.

Au-dessous de l'épithélium germinatif on ne

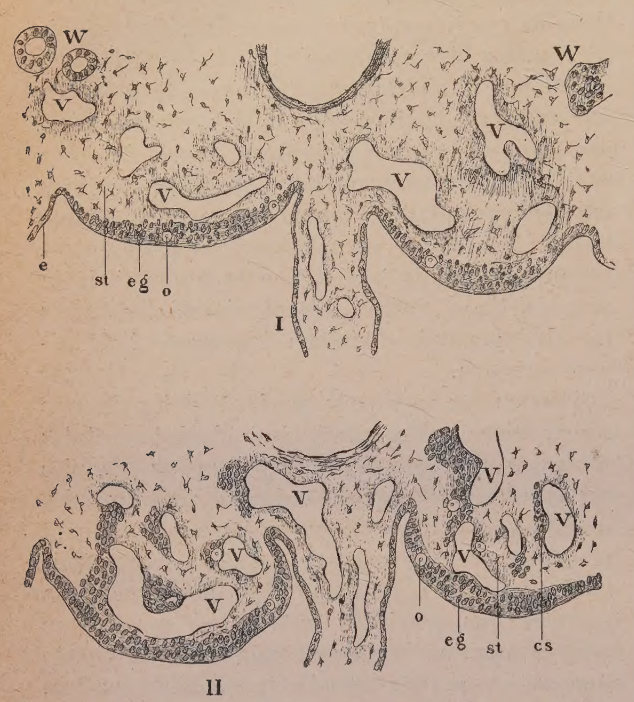


Fig. 2. — *Coupe transversale de la région génitale d'un embryon de Poulet* en deux stades successifs (demi-schématique). — I, stade le plus jeune. — *e*, épithelium péritonéal; *eg*, épithelium germinatif correspondant à la glande génitale; o, œuf primordial parmi les cellules ordinaires de cet épithélium germinatif; *st*, stroma de la glande génitale, formé de cellules connectives embryonnaires; V, vaisseaux sanguins; W, région du rein primitif ou corps de Wolff. II. Stade plus avancé. — *cs*, cordons sexuels.

trouve que des cellules lâchement unies entre elles (*st*), formant un « tissu connectif embryonnaire », un « mésenchyme ». D'après les idées qui sont actuellement en faveur, on peut admettre, bien que la preuve directe du fait n'ait pas été fournie, que les cellules connectives embryonnaires sous-jacentes à l'épithélium germinatif ont été produites par celui-ci à une époque très précoce du développement. C'est aux dépens de ces cellules, qui vont éprouver maintenant des modifications importantes, que se constituera le stroma c'est-à-dire le corps même de la glande génitale.

On voit, en effet, bientôt (fig. 2, II) les cellules du mésenchyme situé au-dessous de l'épithélium germinatif se serrer çà et là, de manière à former des cordons cellulaires denses, épithélioïdes sinon épithéliaux, dont l'aspect est comparable à celui de l'épithélium germinatif; ce sont les *cordons sexuels* (*cs*). Tout comme les cellules de l'épithélium germinatif, celles des cordons sexuels se distinguent en cellules épithéliales ordinaires et en grandes cellules ou œufs primordiaux; mais si leur forme est différente, il n'en est pas de même de leur véritable nature, puisque les unes et les autres dérivent en commun de cellules connectives embryonnaires, qui procèdent toutes à leur tour des cellules de l'épithélium germinatif.

Jusqu'alors il n'y a dans la glande génitale aucun caractère qui permette de reconnaître le sexe auquel elle appartiendra; la glande est dite *indifférente*. Mais à présent elle se différencie en testicule. A cet effet, les cordons sexuels jusqu'alors pleins se creusent d'une lumière et deviennent ainsi des tubes, les *tubes séminifères* embryonnaires. Comme les cordons sexuels dont ils dérivent, les tubes séminifères renferment les deux formes cellulaires que nous connaissons, affectant des rapports tels que leur ensemble rappelle les follicules de Graaf de l'ovaire, c'est-à-dire que l'œuf primordial est entouré par une rangée de cellules épithéliales, de même que dans l'ovaire l'œuf est revêtu de cellules folliculeuses (fig. 3, A).

Quand, à partir du moment où les tubes séminifères ont la constitution que nous venons de leur trouver, on suit leur évolution pendant toute la vie embryonnaire et durant les premiers temps qui suivent la naissance, il arrive un moment où le tube ne se montre plus constitué que par une seule forme d'éléments cellulaires : fait que Balbiani a indiqué le premier et que nous avons confirmé ainsi que Benda. Ce sont pour Balbiani et pour nous-même les cellules épithéliales qui persistent et qui représentent cette forme cellulaire unique. Les œufs primordiaux, après avoir proliféré pendant tout le cours de la vie embryonnaire, mais d'autant moins activement que l'embryon avançait en âge, ont fini par dégénérer et par disparaître. Quoi qu'il en soit, le fait essentiel, c'est que les deux formes cellulaires que présente le testicule adulte devront se différencier plus tard aux dépens de cette forme unique, que nous observons actuellement, ce qui démontre incontestablement l'origine commune et par suite l'unité de ces deux sortes de formes de cellules.

Plus tard, en effet, et avant même que la fonction sexuelle se soit établie, nous voyons, dans le testicule d'animaux non encore sexuellement mûrs, se reconstituer les deux formes cellulaires que nous avons trouvées jusqu'à présent. Les cellules épithéliales produisent en effet : d'une part des cellules à grand noyau clair remarquablement nucléolé, (fig. 3, B, *f*) qui seront les cellules fixes de l'âge adulte et dans lesquelles nous n'avons pas de peine à reconnaître les œufs primordiaux des périodes précédentes; d'autre part une série d'éléments séminaux. Ces derniers apparaissent succes-

sivement les uns après les autres, les spermatogonies d'abord (B, *sp*), puis les spermatocytes (B, *sp* [1]), enfin les spermatides (C, *sp* [2]). Dans une

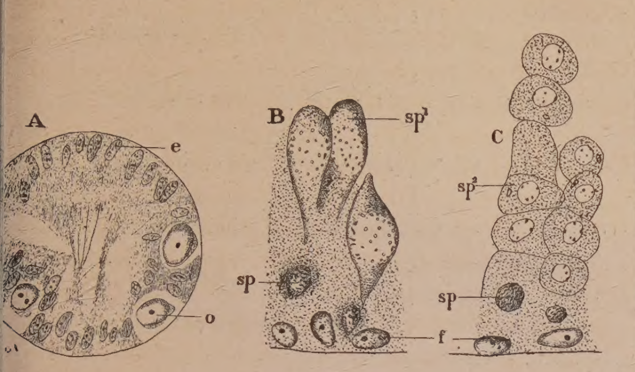


Fig. 3. — *Coupes ou portions de coupes du tube séminifère d'un Mammifère à différentes périodes de son développement.* — A. Cobaye de 15 jours; cellules épithéliales *e*, et œufs primordiaux *o*. — B. Jeune Rat; à la périphérie, cellules fixes *f*: *sp*, spermatogonies; *sp'*, spermatocytes. — C. Jeune Rat; *f*, cellules fixes: colonnes cellulaires formées à leur base de spermatogonies *sp* et à leur sommet de spermatides *sp*², dont quelques-unes sont en voie de dégénérescence.

série de tentatives de spermatogénèse de plus en plus complètes à mesure qu'elles se répètent, le canal séminifère gagne chaque fois un type cellulaire de plus. Toutefois, ces phénomènes que nous avons fait le premier connaître et que F. Hermann a retrouvés depuis, ne sont pas effectivement préparatoires de la période spermatogénique. Cette « préspermatogénèse » n'est, en effet, qu'un essai infructueux de spermatogénèse; car tous les éléments séminaux formés successivement sont frappés de dégénérescence, et, tant que l'animal n'est pas arrivé à l'époque de sa maturité sexuelle, le terme ultime de la série séminale, le spermatozoïde, ne saurait être atteint. L'œuf primordial, devenu cellule fixe, demeure étranger à toutes ces manifestations de l'activité séminipare.

La spermatogénèse ne se distingue pas autrement de la préspermatogénèse qu'en ce que la lignée séminale se complète par le dernier terme, qui est aussi le terme essentiel, le spermatozoïde.

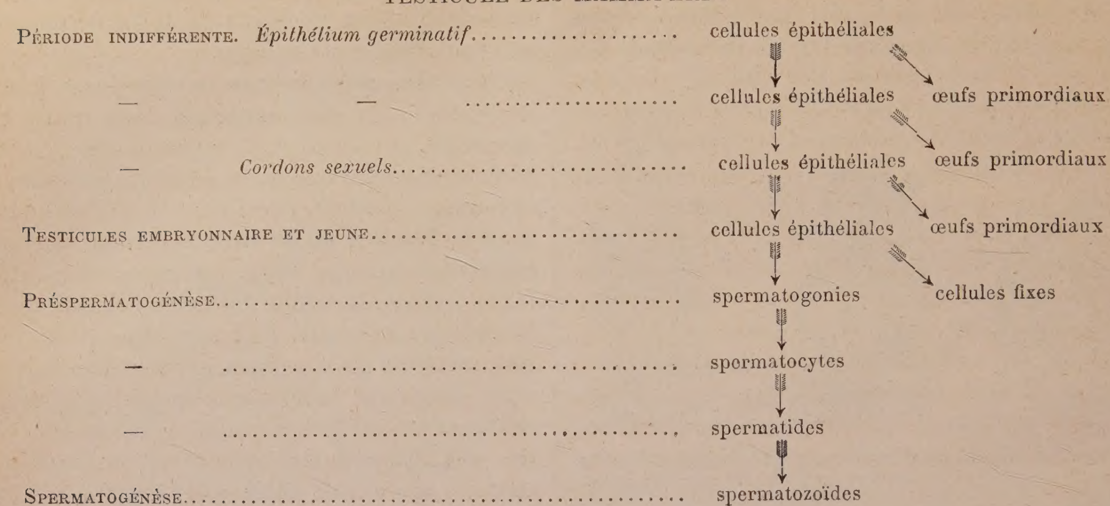
Si plus tard, pour une raison quelconque (vieillesse, jeûne expérimental, maladie), la spermatogénèse s'arrête, on voit que les cellules fixes (œufs primordiaux) seules persistent. Ce sont alors ces éléments qui, par division, devront présider à la régénération des éléments du testicule (Sanfelice et à peu près aussi Grandis).

En somme, nous voyons se reproduire, à toutes les périodes du développement de la glande génitale mâle, un élément de même forme, toujours caractéristique, l'œuf primordial des périodes embryonnaire et jeune, la cellule fixe de l'état adulte. Il est le résultat de la différenciation sans cesse recommencée, que subit un autre élément, de forme banale, la cellule épithéliale des stades embryonnaire et jeune. Aux approches de la maturité, les œufs primordiaux une dernière fois produits persistent indéfiniment pour constituer les cellules fixes du testicule adulte, tandis que, d'autre part, les cellules épithéliales, donnent naissance à toute une série d'éléments à qui leurs caractères mâles nettement accusés méritent dès lors l'épithète de séminaux. Quant à l'œuf primordial ou cellule fixe, quelle est cette forme énigmatique, maintes fois reproduite et toujours sous le même aspect, dont l'activité proliferatrice sans cesse décroissante s'éteint avec l'apparition de la fonction sexuelle? L'étude du développement du testicule nous a révélé ses principaux caractères, mais ne nous a pas appris sa véritable nature, et sur ce point nous sommes aussi peu avancés qu'à la suite de l'examen de la constitution du tube séminifère adulte. Le parallèle de l'ovogénèse et de la spermatogénèse nous permettra au contraire de proposer deux interprétations de cette remarquable forme cellulaire, entre lesquelles nous choisirons.

En somme, et pour revenir à notre point de départ, malgré la complication que présente le canal séminipare des Mammifères, malgré l'apparence de deux catégories de cellules entrant dans sa constitution, l'étude du développement du testicule nous permet de considérer l'une de ces catégories cellulaires comme un rameau divergent, issu de la différenciation de l'autre, de façon que le schéma de la descendance du spermatozoïde de l'Ascaride se retrouve sans altération dans celui des Mammifères. C'est ce que fera comprendre le tableau suivant, en même temps qu'il résumera les données que nous avons acquises :

TUBE TESTICULAIRE DE L'ASCARIDE

Zone germinative........................	spermatogonies
	↓
—	spermatocytes
Zone d'accroissement....................	spermatocytes
Zone de division ou de maturation.......	spermatocytes
	↓
—	spermatides
Canal déférent..........................	spermatozoïdes



II. — TRANSFORMATION DE LA CELLULE SPERMATIQUE EN SPERMATOZOÏDE OU ONTOGÉNÈSE DU SPERMATOZOÏDE.

Il est à peu près généralement admis aujourd'hui que le spermatozoïde résulte de la transformation totale d'une spermatide, et que toute cette spermatide, par son noyau aussi bien que par son protoplasma, s'emploie à former un spermatozoïde. Mais quant aux détails de l'emploi des diverses parties constituantes de la cellule, quant à la façon dont elles se retrouvent transformées dans le spermatozoïde, quant au mode de formation, en d'autres termes, des différentes parties constitutives du spermatozoïde, les opinions divergent de toutes parts, et l'on ne s'accorde que sur les points tout à fait essentiels. Pour essayer de fixer les idées dans une étude où les faits observés sont presque aussi nombreux que les objets étudiés, nous procéderons de la façon suivante. Nous mettrons en regard d'une part une cellule, la spermatide en particulier avec ses éléments composants, et d'autre part un spermatozoïde avec la plus grande complexité de structure que nous lui connaissions, et nous verrons ensuite comment l'une devient l'autre.

A. — Au repos toute cellule différenciée (fig. 4, A) se compose d'un noyau et d'un corps protoplasmique ou protoplasma bien distincts. Le noyau qu'entoure une « membrane nucléaire » (*m*) renferme deux substances différentes : l'une est « chromatique », c'est-à-dire se teint vivement par certains agents colorants; l'autre est « achromatique », c'est-à-dire ne prend dans les mêmes conditions aucune coloration. La première substance ou « chromatine » imprègne une partie achromatique condensée sous forme de charpente réticulée ou sous la forme de boyau pelotonné : les deux ensemble constituent le « réseau ou le boyau chromatique » du noyau (*r*); le reste de la substance achromatique constitue une sorte de « suc nucléaire » qui baigne les mailles du réseau chromatique. Le corps protoplasmique présente, lui aussi, une structure réticulée; les mailles de son réseau, lequel n'est pas chromatique, sont occupées par une substance molle. Dans le protoplasma est logé un corps de figure très particulière, le « corps ou noyau accessoire » (*c*), qui paraît formé lui-même par un corpuscule et par un filament.

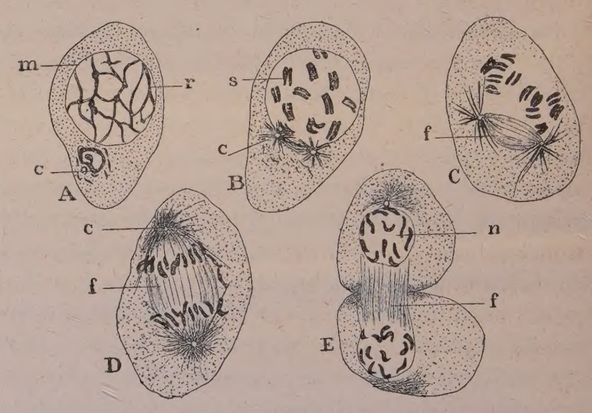


Fig. 4. — *Division cellulaire* (figures demi-schématiques). — A, cellule au repos ; *m*, membrane du noyau ; *r*, réticulum chromatique du noyau; *c*, corps accessoire. — B, début de la division ; *c*, l'un des deux corps accessoires ; *s*, segments chromatiques jumeaux résultant de la segmentation transversale suivie de la fissuration longitudinale du réticulum chromatique. — C, *f*, début du fuseau. — D, *f*, fuseau définitivement constitué ; *c*, l'un des corps accessoires devenu corpuscule polaire. Cheminement des segments jumeaux vers les pôles du fuseau ; à droite du fuseau, l'un des segments ne s'est pas encore écarté de son jumeau. — E, fin de la division ; *n*, noyau-fille ; *f*, restes du fuseau. La division du protoplasma en deux moitiés est en train de s'opérer.

Les phénomènes de la division d'une cellule ainsi constituée sont connus, grâce aux recherches de Flemming, E. van Beneden, Guignard, C. Rabl, Boveri, et de tant d'autres, parmi lesquels il convient de citer Platner, qui a fait connaître récemment une série de faits intéressants, que nous reproduirons.

La division de la cellule est annoncée (B) par celle du corpuscule du noyau accessoire, dont l'étude est de date toute récente. Le corpuscule se partage en deux (E. van Beneden, Boveri, Platner), en même temps que le filament du noyau accessoire se segmente en un certain nombre de bâtonnets (Platner). Les bâtonnets se disposent en deux groupes, et chacun d'eux subit une fissuration longitudinale qui le partage en deux éléments parallèles ; puis les deux groupes formés de demi-bâtonnets s'éloignent l'un de l'autre, accompagnés par les corpuscules (B, *c*, et C, *f*), en glissant à la surface du noyau sur laquelle ils laissent une traînée de substance plus colorée (Platner)[1]. Alors paraît dans l'intérieur du noyau une figure en forme de fuseau, le « fuseau achromatique » (C, *f*), vraisemblablement formé aux dépens de la traînée dont il vient d'être question (Platner). Le fuseau constitué (D, *f*), montre à chacun de ses pôles un centre plus clair, le « corpuscule polaire », dans lequel nous reconnaissons l'un des deux corpuscules précités, autour duquel irradie l'un des groupes de bâtonnets issus du noyau accessoire (D, *c*). Il en résulte à chaque pôle du fuseau la présence, signalée dès longtemps, d'une sorte d'étoile ou d'aster sur laquelle les recherches de E. van Beneden, Boveri, Vejdovsky, Kölliker, Vialleton, Garnault, Flemming, Guignard, Henneguy, etc., ont attiré l'attention, en faisant connaître son mode de formation. Pendant ce temps le réseau ou boyau chromatique du noyau subissait une série de transformations connues depuis longtemps et rassemblées sous le nom de « caryokinèse » (mouvements dont le noyau en division est le siège). Il se partage transversalement en un certain nombre de segments chromatiques, dont chacun ensuite se fissure longitudinalement en deux demi-segments jumeaux parallèles (B, *s*). Chaque demi-segment s'éloigne de son jumeau en glissant le long des filaments du fuseau, et forme avec ses congénères un groupe chromatique qui se dirige vers le pôle du fuseau (D), pour y devenir le début de l'un des deux noyaux-filles (E, *n*). Dès lors la division de la cellule n'a plus qu'à se compléter par l'étranglement du corps protoplasmique, qui vient attribuer à chaque noyau-fille la moitié du protoplama de la cellule-mère (E). Ajoutons que la portion équatoriale du fuseau achromatique (E, *f*) se conserve temporairement dans la cellule-fille, et que, suivant Platner, elle forme, après remaniements, le noyau accessoire de celle-ci.

[1] Ces phénomènes de division du corps accessoire n'ont pas été reconnus par certains auteurs. Guignard, F. Hermann ont toujours trouvé dans une cellule au repos deux corps accessoires à côté du noyau, et ne les ont jamais vus provenir de la division d'un corps unique.

Munis de ces données sur la division cellulaire, nous pouvons établir le bilan de la cellule-fille du spermatocyte, de la spermatide. Cette cellule, qui ne doit plus se diviser, mais qui se transformera directement en spermatozoïde, doit nécessairement contenir les parties suivantes, qui lui ont été acquises lors de la dernière division du spermatocyte dont elle est issue : le noyau, le protoplasma, la partie équatoriale du fuseau achromatique transformée en noyau accessoire, le corpuscule polaire, avec les bâtonnets qui irradient autour de lui. Nous verrons comment Platner veut retrouver ces différentes formations dans le spermatozoïde.

B. — Le spermatozoïde est le plus communément un élément filiforme, auquel on distingue une partie antérieure renflée en *tête*, la portion postérieure étant effilée en une *queue*.

La tête, de forme très variable, tantôt arrondie ou plus souvent allongée, rectiligne ou spiroïde, offre des particularités de structure qui sont les suivantes. La partie antérieure de la tête peut être étirée en une « pointe céphalique » qui diffère du reste de la tête par ses réactions vis-à-vis des agents colorants. Ou bien l'extrémité antérieure de la tête présente un « bouton céphalique » sous la forme d'un petit nodule clair et brillant. On peut encore trouver la tête recouverte à sa partie antérieure d'une « coiffe céphalique ». Dans certains cas on peut déceler autour de la tête du spermatozoïde l'existence d'une enveloppe [1].

La queue du spermatozoïde, dont les recherches de plusieurs auteurs et celles en particulier de Ballowitz nous ont révélé la constitution, est essentiellement formée d'un « filament axile » entouré d'une « enveloppe » ou bordé par une longue « membrane ondulatoire ». Le filament axile possède une structure fibrillaire à laquelle il doit la contractilité.

L'enveloppe forme autour du filament axile une gaîne lisse et continue, ou bien est représentée par un filament enroulé autour de lui en une spirale très surbaissée. On peut distinguer dans la queue plusieurs régions : celle qui est voisine de la tête à laquelle elle s'attache est la « pièce d'union » ou « pièce intermédiaire », souvent très courte ; elle est suivie par la « pièce principale » de la queue ; celle-ci se termine à son tour par une « pièce terminale » dans laquelle, l'enveloppe ayant cessé d'exister à ce niveau, le filament axile est à nu. Le filament axile de la queue s'insère sur l'extrémité postérieure de la tête par un « bouton caudal », de structure parfois très compliquée ; à

[1] Tous ces détails de structure ne se présentent pas à la fois sur un même spermatozoïde. D'autre part ils n'existent que sur le spermatozoïde incomplètement achevé, et disparaissent plus tard.

l'union de la pièce intermédiaire et de la pièce principale de la queue s'observe un autre nodule qu'on peut appeler « bouton intercaudal » ou « intermédiaire », situé qu'il est entre deux régions de la queue.

Rien n'est plus variable d'ailleurs, malgré une structure fondamentale identique, que la forme des spermatozoïdes, et ne pouvant songer ici à suivre cette forme dans ses innombrables variations, nous devons nous en tenir à la description qui précède, plus particulière aux Vertébrés.

C. — Il nous reste à retrouver dans les différentes parties constitutives du spermatozoïde les divers éléments dont se composait la spermatide.

Il y a dans l'histoire de l'ontogénèse du spermatozoïde des faits bien établis et d'autres qui sont encore l'objet de nombreuses controverses. Il est à peu près établi que la tête et la queue du spermatozoïde dérivent respectivement du noyau et du protoplasma de la spermatide. On a soutenu cependant (Kölliker, Fürst, Niessing) que le spermatozoïde tout entier est de provenance nucléaire. Ou bien au contraire on a fait intervenir dans sa formation le protoplasma exclusivement: opinion qui est moins acceptable encore que la première. « On ne peut admettre qu'avec peine, dit Waldeyer dans un excellent résumé de la structure et du développement des spermatozoïdes [1], que de telles différences, des différences d'une importance fondamentale, puissent exister en fait dans le développement d'une formation aussi univoque dans le monde animal entier et en partie aussi dans le monde végétal, que le sont les spermatozoïdes. Mais nous sommes provisoirement hors d'état de dissiper ces contradictions. »

Le phénomène le plus important et aussi le premier en date dans la transformation de la spermatide, c'est l'allongement de celle-ci (fig. 5). Le noyau s'étire et prend, si la tête du spermatozoïde mûr a la forme filamenteuse, une figure ellipsoïdale, puis cylindrique, en même temps qu'il diminue de volume. Cette diminution de volume se fait au prix d'une condensation de toutes les parties du noyau, qui en même temps se fusionnent en une masse homogène, et elle s'accompagne d'une modification chimique que traduisent des changements de coloration. Voilà ce que l'on peut dire de plus général de la destinée du noyau. Quant au protoplasma, il se réduit lui aussi de plus en plus en subissant des transformations profondes, et forme, dit-on communément, la queue tout entière et peut-être aussi une enveloppe de la tête du spermatozoïde. Ce qui demeure indécis cependant, c'est la question de savoir si dans la queue le filament axile et la gaîne de ce filament sont tous deux d'origine protoplasmatique, ou si la gaîne seule reconnaît une telle origine. Cette seconde manière de voir a été soutenue en effet, et l'on a regardé le filament axile comme produit par l'issue de la substance chromatique hors des limites du noyau de la spermatide. Ce qui est bien certain en tout cas, c'est que le protoplasma de la spermatide est utilisé pour la formation de la gaîne du filament axile.

Quelle est maintenant l'origine des différentes formations accessoires de la tête et de la queue du spermatozoïde, complètement ou à peu près complètement développé? C'est ici que surgissent

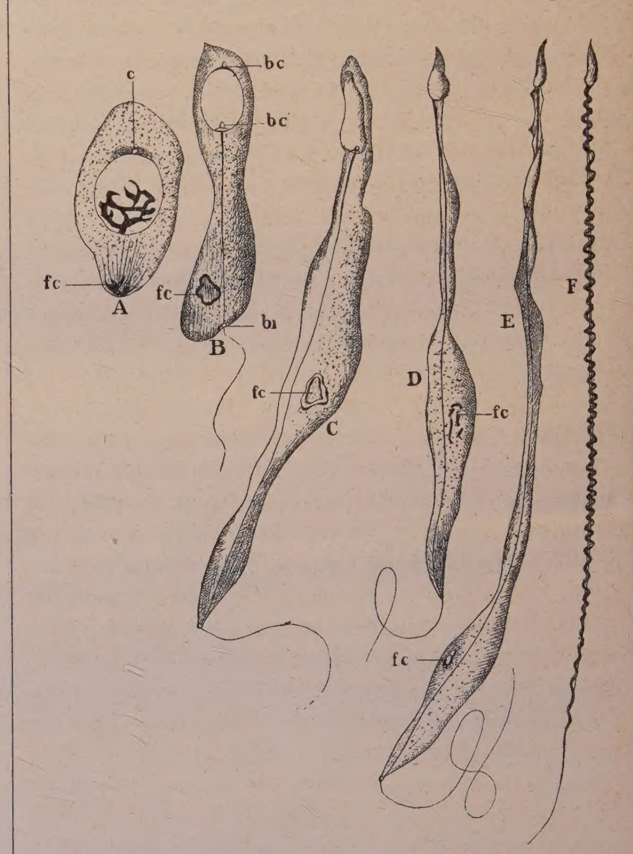


Fig. 5. — *Ontogénèse du spermatozoïde ou transformations de la spermatide chez les Mollusques pulmonés.* — A, la spermatide telle qu'elle se présente récemment formée par division; *c*, corpuscule polaire; *fc*, restes du fuseau en train de s'agencer en un corps accessoire. — B, allongement et homogénéisation du noyau: *bc*, bouton céphalique résultant du corpuscule polaire du stade précédent; *fc*, corps accessoire de la spermatide. Début du filament axile de la queue. Bouton caudal *bc'* par lequel le filament axile s'insère au pôle caudal de la tête. Bouton intercaudal *bi* à l'extrémité du filament axile. — C et D, le noyau prend la forme de la tête du futur spermatozoïde. Étirement du protoplasma. Désagrégation du corps accessoire. Le filament axile est bien constitué. Il se continue au delà du bouton intercaudal en formant la pièce terminale de la queue. — E, la tête du spermatozoïde a pris sa forme définitive. Étirement très considérable, et enroulement du protoplasma autour du filament axile pour former l'enveloppe ou le filament spiral de la queue. L'extrémité du protoplasma loge le reste du corps accessoire désagrégé et en voie de disparition. — F, spermatozoïde définitif. Filament spiral autour du filament axile.

[1] Waldeyer. Bau und Entwicklung der Samenfäden. *Anatom. Anzeiger*, 1887, n° 12.

les contradictions. Du corps accessoire, par exemple, on fait dériver tour à tour la tête du spermatozoïde (Langerhans, Duval, Metschnikoff, Grobben), le capuchon céphalique (Nussbaum), la pièce d'union (Bütschli, v. La Valette Saint-George), l'enveloppe du filament axile (Platner et nous), la pièce d'union et l'enveloppe du filament axile à la fois (F. Hermann).

Il semble aujourd'hui, qu'en posant la question autrement et aussi plus rigoureusement qu'on ne l'avait fait jusqu'alors, la solution définitive du problème ne puisse pas se faire attendre longtemps. C'est, à notre sens, le mérite de Platner d'avoir compris qu'il fallait non pas se demander d'où proviennent les différentes formations que présente la tête du spermatozoïde; mais, étant donnés certains corps contenus dans la spermatide, chercher ce qu'ils deviennent. En suivant cette voie, que nous croyons féconde, Platner a vu que, chez les Mollusques pulmonés, le corpuscule polaire devient le bouton céphalique du spermatozoïde et même la partie antérieure de la tête ou la pointe céphalique, que le corps accessoire contribue directement ou indirectement (indirectement avons-nous pensé pour notre part) à former l'enveloppe du filament axile. Chez les Papillons, les filaments du fuseau, aux dépens desquels se forme le noyau accessoire de la spermatide, constituent deux corps dont un se transformera pour donner l'enveloppe du filament axile, tandis que l'autre sera le bouton caudal par lequel ce filament s'insère sur la queue. En manière de conclusion générale à ses recherches, Platner fait observer que les différentes parties constitutives de la spermatide se retrouvent dans le spermatozoïde en la même situation qu'elles occupaient dans la spermatide (fig. 5).

III. — Parallèle de la spermatogénèse et de l'ovogénèse, ou comparaison morphologique du spermatozoïde et de l'œuf.

On a cherché de tout temps à comparer la spermatogénèse à l'ovogénèse, et le spermatozoïde à l'œuf.

On sait que l'œuf, avant d'être fécondé, subit une division deux fois répétée. Cet œuf O se divise en effet une première fois en deux cellules très inégales A et B. La cellule A, plus petite, est expulsée pour former le premier globule polaire, lequel ensuite peut encore se partager en deux globules polaires plus petits *a* et *a'*. La cellule B se divise elle à son tour en deux cellules inégales, dont l'une est expulsée et forme le deuxième globule polaire *b*, tandis que l'autre demeure et constitue l'œuf mûr *o*. Nous obtenons donc finalement quatre cellules-petites-filles de l'œuf O : ce sont les éléments *a*, *a'*, *b* et *o*. Les cellules *a*, *a'* et *b* sont rejetées comme inutiles et représentent des œufs avortés; la cellule *o* seule est fertile, seule apte à être fécondée. Ce qui caractérise ces divisions éprouvées par l'œuf, c'est qu'elles se font d'une façon continue, sans interposition d'un stade de repos. Comme maintenant la partie essentielle de toute cellule, la chromatine du noyau, n'a pas le temps de se régénérer entre deux divisions, puisque celles-ci se font sans interruption, il s'en suit que les cellules-filles A et B, issues de la première division, ne renfermeront que la moitié de la chromatine contenue primitivement dans le noyau de la cellule O, et les cellules-petites-filles *a*, *a'*, *b*, *o*, produites par la seconde division, que chacune un quart de la masse chromatique primitive. Dans l'œuf définitif *o*, la chromatine de l'œuf primitif O se trouvera donc réduite au quart : fait sans exemple ailleurs que dans la formation des éléments sexuels, qui sans contredit a une portée physiologique considérable.

On a trouvé d'autre part que les deux dernières divisions éprouvées par les spermatocytes, à la suite desquelles se forment les spermatides et par conséquent les spermatozoïdes qui en dérivent, sont entièrement comparables à celles qui donnent naissance à l'œuf et aux globules polaires. Nous avons ici aussi un spermatocyte S de même valeur que l'œuf primitif O, qui se divise en deux spermatocytes A et B; chacun de ces derniers se partage à son tour en deux cellules *s* et *s'*, s'' et s''', qui sont les spermatides, toutes équivalentes et toutes capables de se différencier en un spermatozoïde fertile. Comme dans le cas de l'œuf et pour les mêmes raisons, chacune de ces spermatides et par suite chacun de ces spermatozoïdes ne renfermera que le quart de la chromatine contenue dans le spermatocyte-mère (Flemming, Platner, Carnoy, O. Hertwig).

Ainsi les phases dernières de la spermatogénèse et de l'ovogénèse concordent absolument. De la double division du spermatocyte tout comme de celle de l'œuf primitif résultent quatre cellules-petites-filles, les spermatides dans le cas mâle, les globules polaires et l'œuf mûr dans le cas femelle. Il n'y a que cette différence, que chez le mâle les quatre cellules sont fertiles, tandis que chez la femelle une seule est apte à la fécondation; différence qui reconnaît pour causes des nécessités physiologiques : « La dissemblance des cellules sexuelles, mâles et femelles, dit O. Hertwig, s'explique parce qu'il s'est fait entre les deux une division du travail, en rapport avec des rôles différents à remplir. La cellule femelle a pris pour fonction de pourvoir aux substances qui sont nécessaires pour la nutrition et l'accroissement du

protoplasma cellulaire dans la marche rapide des processus embryologiques. C'est pourquoi elle a emmagasiné dans l'ovaire du matériel vitellin, destiné à servir de réserve pour l'avenir, et elle est devenue conformément à cela grosse et immobile. Mais comme maintenant l'union avec une deuxième cellule appartenant à un autre individu est nécessaire pour donner lieu à un processus embryologique, et que des corps immobiles ne peuvent se réunir, l'élément mâle, pour s'acquitter de ce deuxième rôle, s'est modifié dans ce sens. Pour acquérir la mobilité lui permettant de s'unir avec la cellule ovulaire immobile, il s'est transformé en un filament contractile et s'est complètement libéré de toutes les substances qui, telles que le matériel vitellin par exemple, feraient obstacle à ce but essentiel. »

Ainsi la concordance, est absolue entre les phénoménes ultimes de la spermatogénèse et ceux de l'ovogénèse. Les produits sexuels, le spermatozoïde et l'œuf, sont équivalents, et les processus par lesquels ils se forment sont semblables. Equivalentes aussi seront donc les cellules-mères dont ils dérivent, le spermatocyte et l'œuf non mûr.

Mais cette équivalence, qui est toute physiologique, ne se double pas nécessairement d'une équivalence morphologique, d'une homologie. Il est possible que les cellules du testicule et de l'ovaire, qui donnent respectivement naissance au spermatocyte et à l'ovule définitif, soient très éloignées l'une de l'autre, mais que leurs produits se rapprochent jusqu'à se fusionner, en suivant à partir d'un certain moment de leur évolution le même chemin, le seul possible pour des raisons physiologiques : manière imagée de s'exprimer pour faire comprendre que les phénomènes *in extremis* de l'ovogénèse et de la spermatogénèse peuvent être les mêmes, sans que le reste du processus soit identique dans les deux cas.

Que trouvons-nous dans toute ovogénèse, ou du moins dans les cas les plus fréquents de l'ovogénèse ? Aux dépens de l'épithélium germinatif se constituent deux formes de cellules ; les unes, grandes et peu nombreuses, sont les cellules ovulaires, les œufs; les autres, petites et plus nombreuses, sont les cellules folliculeuses, qui formeront plus tard une enveloppe autour de chaque œuf [1].

Dans la spermatogénèse, il y a habituellement aussi production de deux formes de cellules, chez les Mammifères par exemple : les unes, plus grandes et plus rares, sont les œufs primordiaux de l'âge embryonnaire et du jeune âge, les cellules fixes de l'état adulte, nos éléments énigmatiques en somme ; les autres, plus petites et plus abondantes, sont les cellules épithéliales de l'embryon et de l'animal jeune, les cellules séminales de l'état adulte [1].

Comme maintenant nous avons le droit de faire une comparaison, bien plus de poser une équation entre le testicule et l'ovaire, puisqu'ils dérivent d'une même ébauche primitivement indifférente, il devient alors nécessaire que leurs éléments épithéliaux soient aussi équivalents, et nous pouvons écrire : cellules séminales et formes énigmatiques du testicule = ovules + cellules folliculeuses de l'ovaire.

Ainsi posé, le problème comporte deux solutions [2]. Nous pouvons faire : cellules séminales = ovules, ou bien : cellules séminales = cellules folliculeuses ; les formes énigmatiques du testicule deviennent égales alors, dans le premier cas, aux cellules folliculeuses de l'ovaire, et, dans le second, aux ovules.

A. La première solution se présente tout naturellement, et de fait a été généralement adoptée. En effet, après ce que nous venons de voir des phénomènes ultimes de la spermatogénèse comparés à ceux de l'ovogénèse, et conformément à l'équivalence physiologique de chaque spermatozoïde et de l'œuf mûr, il paraît satisfaisant de penser qu'à un moment quelconque de l'évolution, les cellules séminales et les ovules se correspondent chez le mâle et chez la femelle et même s'équivalent. D'autre part notre cellule énigmatique, indirectement utile dans la spermatogénèse, soit comme élément protecteur, soit comme cellule nutritive, revêtue dans toute la série animale d'un caractère accessoire, paraît bien être le représentant de la cellule folliculeuse de l'œuf, qui, elle aussi, fonctionne comme cellule protectrice ou nourricière de l'œuf, et ne joue dans l'ovogénèse qu'un rôle secondaire. Aussi s'explique-t-on que l'on ait désigné sous le même terme de cellule folliculeuse la cellule accessoire de l'ovaire et celle du testicule. (v. La Valette Saint-George, Swaen et Masquelin, F. Hermann, etc. [3]).

[1] Nous examinerons plus loin le cas où toutes les cellules de l'épithélium germinatif se transforment en œufs, où par conséquent il n'existe pas de cellules folliculeuses, où l'œuf est dépourvu de follicule.

[1] Nous avons décrit la spermatogénèse de l'Ascaride du Cheval pris pour type, comme se faisant avec le concours d'une seule forme d'éléments. Nous y reviendrons tout à l'heure.

[2] Cette équation à deux solutions n'est, bien entendu, qu'une image algébrique de la question, que nous avons schématisée mathématiquement pour la mieux poser.

[3] La cellule folliculeuse du testicule a été retrouvée dans un grand nombre de groupes de la série animale ; chez tous les Vertébrés, chez les Arthropodes, les Mollusques Gastéropodes, les Spongiaires, et aussi chez les Annélides où cependant elle se présente avec des caractères très particuliers. Il est bien établi que les éléments, à qui l'on impose la signification de cellules folliculeuses, sont dans les divers groupes où on les rencontre une seule et même formation.

B. Bien que la première solution ait pour elle toutes les apparences de l'exactitude, nous proposons cependant de la remplacer par la seconde, c'est-à-dire de considérer les formes énigmatiques du testicule comme représentant non plus les cellules folliculeuses de l'ovaire, mais les œufs mêmes.

Cette deuxième manière de voir n'a pas le mérite d'une entière nouveauté ; elle a été formulée déjà. Mais, à cette époque, elle n'était appuyée que par des faits insuffisants ou même actuellement controuvés. Fondée sur de telles bases, elle ne pouvait revêtir qu'une forme incomplète ou même inexacte. Aujourd'hui que nous sommes en possession de données plus étendues, et que les données erronées ont été écartées, nous pouvons reprendre l'interprétation qu'on avait cru devoir abandonner, et chercher à l'appliquer aux faits dont nous disposons actuellement. S'adressant ainsi à des faits plus nombreux, elle n'en aura que plus de solidité, et d'autre part de la nouveauté des choses à expliquer tirera peut-être quelque originalité.

Sedgwick-Minot a pensé que chez les Insectes nos cellules énigmatiques du testicule étaient l'élément femelle de la cellule-mère testiculaire primordiale, les cellules séminales desquelles dérivent les spermatozoïdes représentant l'élément mâle. D'autre part les globules polaires sont l'élément mâle de l'œuf, et l'œuf mûr représente l'élément femelle. Mais si, dans la théorie de S. Minot, nous sommes disposé à admettre l'équivalence de la cellule énigmatique du testicule avec l'œuf[1], il nous faut rejeter celle des cellules séminales avec les globules polaires. Car, d'après ce que nous a appris la comparaison des derniers phénomènes de l'ovogénèse et de la spermatogénèse, les globules polaires représentent chez la femelle, non pas des cellules séminales, mais leurs produits terminaux, les spermatozoïdes.

E. van Beneden a émis une opinion analogue à celle de S. Minot, qui doit être écartée pour les mêmes raisons.

Sabatier a émis une théorie remarquable, dont voici les points essentiels. Dans le protoplasma d'une cellule-mère primordiale prennent naissance, dans le cas femelle, des cellules nucléées qui émigrent de cette cellule et forment les cellules folliculeuses de l'œuf, ce qui reste de la cellule-mère constituant l'œuf définitif. De même, dans le cas mâle, se forment à l'intérieur d'une cellule-mère primordiale des spermatozoïdes qui émigrent de la cellule tout comme les cellules folliculeuses ; ce qui subsiste de la cellule-mère représente un élément comparable à l'œuf définitif de la femelle, et qui n'est autre que notre forme cellulaire énigmatique du testicule, prenant ainsi la signification d'élément testiculaire femelle.

Si nous acceptons cette spéculation dans ce qu'elle a d'exclusivement théorique, nous devons rejeter les faits sur lesquels elle s'appuie. Nous gardons en un mot le plan, et le réalisons avec d'autres matériaux.

Balbiani a présenté à son tour des considérations théoriques qui méritent de prendre place à côté de celles qui précèdent. Pour lui aussi, il existe dans chaque glande génitale deux éléments, l'un mâle, l'autre femelle. Dans le cas du testicule, il y a un ovule, qui est l'élément femelle, et des cellules épithéliales ou séminales, qui sont la partie mâle. Dans le cas de l'ovaire, l'élément femelle, c'est l'œuf ; quant à l'élément mâle, Balbiani veut le trouver dans une formation (dans une vésicule qui porte son nom) logée au sein du protoplasma de l'œuf. Nos connaissances actuelles sur cette formation condamnent l'interprétation que Balbiani a voulu en donner.

En somme, nous voyons que, parmi les théories exposées ci-dessus, une seule, celle de Sabatier, a la forme complète que doit prendre la deuxième solution de notre problème. Mais nous avons dit aussi que les faits qui forment les bases de cette théorie sont trop gravement compromis pour que nous ne cherchions pas à l'asseoir sur d'autres fondements.

Eprouvons la valeur de la théorie de Sabatier, qui est donc aussi celle que nous adoptons, en l'appliquant à l'un des exemples les mieux connus, celui de la spermatogenèse ou plus exactement de l'évolution du testicule des Mammifères, que nous avons appris à connaître déjà, du moins dans ses plus grandes lignes, et que nous résumerons ici à plus grands traits encore. Il y a d'abord, aux débuts de l'ébauche de la glande génitale, des cellules épithéliales morphologiquement indifférentes et réellement épithéliales, et qui demeureront telles jusqu'aux approches de la puberté. Par différenciation de certaines de ces cellules ou plutôt de quelques-unes de leurs cellules-filles se forment de grands éléments que l'on a nommés œufs primordiaux pour rappeler par là leur ressemblance avec des œufs. Ces éléments fonctionnent pendant quelque temps comme cellules reproductrices génitales, en produisant par leurs divisions des cellules semblables à elles-mêmes ; par là elles justifient une fois de plus la dénomination qui leur a été donnée, car les œufs ne sont d'une façon générale que des formes cellulaires reproductrices. A mesure que l'embryon avance en âge, l'activité prolifératrice des œufs primordiaux diminue, et

[1] Non pas toutefois avec l'œuf mûr, mais avec l'œuf non encore mûri.

leur vitalité devient moindre, si bien qu'on les voit subir des phénomènes de dégénérescence et s'atrophier. En tout cas, il arrive un moment où il n'y a plus, dans le tube séminifère, que des cellules épithéliales. Celles-ci, en même temps qu'elles s'essayent à donner naissance à une lignée séminale, et qu'elles manifestent ainsi par leurs produits un état de différenciation sexuelle que l'on ne pouvait leur soupçonner jusqu'alors, forment d'autre part une dernière fois des œufs primordiaux qui persisteront jusqu'à la fin de la période spermatogénique, sans plus jamais se diviser, et constitueront les cellules fixes de l'état adulte.

Dans cette évolution, ce qui nous frappe surtout, c'est la reproduction à différentes reprises d'une forme cellulaire (œuf primordial) semblable à un œuf; c'est aussi l'affaiblissement progressif de la puissance reproductrice de cet élément, et la disparition brusque de cette puissance à l'époque de la puberté. C'est, d'autre part, pendant toute la période embryonnaire et jeune, la constitution indifférente de la plupart des éléments du testicule qui se conservent sous la forme de cellules épithéliales; et presque subitement dans une phase rapide de tentatives spermatogéniques, l'affirmation chez ces cellules d'un état de différenciation profonde, jusqu'alors fruste, mais se manifestant tout à coup par le caractère nettement séminal des éléments qu'elles viennent de produire. Il nous semblerait voir comme un antagonisme, ou tout au moins un balancement entre les œufs primordiaux et les cellules épithéliales ou séminales dans leur vitalité, leur différenciation, leur prolifération.

Comme maintenant nous voyons les cellules épithéliales produire, avant de disparaître du tube séminifère, des éléments séminaux, se transformer donc en éléments séminaux, nous leur reconnaissons un caractère sexuel mâle. Et nous donnons à l'autre élément, à l'œuf primordial du testicule impubère et à la cellule fixe du testicule mûr le caractère sexuel femelle. Nous en faisons l'élément femelle du testicule, dont l'élimination par voie de division cellulaire, la seule histologiquement possible (contrairement à Sabatier), permet aux autres éléments de la glande, aux cellules épithéliales, de se différencier sexuellement.

Il faut bien dire, d'ailleurs, que nous ne donnons à ce terme « femelle » qu'une valeur relative, et relative à l'élément mâle. L'élément femelle du testicule, en effet, n'est qu'une différence. Comme les cellules épithéliales sont devenues mâles en prenant le type séminal et que nous partons d'un stade indifférent, ce qui reste du complexus cellulaire de la glande génitale doit être forcément considéré comme femelle, encore que les caractères femelles de ce résidu sexuel n'arrivent jamais à se manifester, encore que l'élément femelle ne donne jamais, si l'on peut dire, de preuves de son sexe.

Il résulte de là cette conséquence, que plus les éléments mâles seront mâles, moins ainsi l'élément femelle sera femelle. C'est là, non pas une simple déduction de l'esprit, mais un fait, car l'on peut montrer l'effacement progressif du féminisme de l'élément femelle. L'œuf, l'élément femelle par excellence, est en effet une forme cellulaire reproductrice. Or, l'élément femelle du testicule, l'œuf primordial, se reproduit d'autant moins activement que l'on s'adresse à un stade plus avancé, et il devient inactif quand les éléments mâles, lors de la spermatogénèse, manifestent leur activité.

Une autre conséquence est celle-ci : La sexualité mâle d'un individu ne peut lui être acquise tout à coup ni tout d'un coup ; il ne devient pas subitement mâle, et il ne conquiert pas toute sa sexualité à la fois. Mais à mesure de l'élimination des œufs primordiaux ou éléments femelles, le caractère mâle des éléments épithéliaux demeurés en place se purifie ; ce sont ces éléments qui réellement se différencieront sexuellement d'une façon durable, mais lente, tandis que la différenciation rapide des cellules femelles n'est qu'éphémère. Tel est, dans le cas mâle, le processus de maturation, c'est-à-dire de différenciation du produit sexuel ; il n'y en a peut-être pas d'autre à chercher [1].

Et maintenant, l'hypothèse de l'existence de l'élément femelle du testicule exclut-elle l'idée de toute utilisation de cet élément comme cellule protectrice ou comme cellule nourricière ? Nullement. Nous pensons même qu'un pareil rôle doit exister, puisque la cellule femelle du testicule, si elle était privée de toute fonction, aurait dû disparaître.

Ainsi, dans toute glande génitale indifférente, dans tout testicule ou ovaire jeune, dans tout testicule ou ovaire adulte, nous avons deux formes de cellules : des petites et des grandes, celles-là nombreuses, celles-ci plus rares. Dans la glande en activité ce seront tantôt les petites, tantôt les grandes qui seront l'élément essentiel, sexuellement nécessaire, tantôt les petites, tantôt les grandes qui seront sexuellement accessoires. Dans le testicule, les petites sont essentielles (cellules épithéliales du testicule embryonnaire et jeune, cellules séminales du testicule adulte) ; les grandes sont accessoires (œufs primordiaux du testicule

1. Nous avions déjà exprimé ailleurs cette idée que la maturation des spermatozoïdes s'acquiert peu à peu à travers les longues étapes de l'histogénèse du testicule (voir : *Éléments d'embryologie de l'Homme et des Vertébrés*, Paris, Steinheil, 1891, pp. 11 et 12).

embryonnaire et jeune, cellules fixes du testicule adulte). Dans l'ovaire, les grandes sont essentielles (ovules de l'ovaire embryonnaire et jeune, œufs non mûrs de l'ovaire adulte) ; les petites sont accessoires (cellules folliculeuses). On pourra donner le nom générique de « cellule folliculeuse » ou de « cellule végétative » (Benda) à l'élément accessoire, celui de « cellule sexuelle » ou de « cellule germinative » (Benda) à l'élément essentiel. Il devient alors très remarquable que l'élément folliculeux et l'élément sexuel sont faits dans l'un et l'autre sexe avec des cellules différentes tant par leur forme que par leur nombre.

Il nous reste à examiner l'exception (exception fréquente) à la règle que nous venons d'établir, c'est-à-dire à considérer le cas où la glande génitale mâle ne renferme bien certainement que des éléments mâles et manque d'élément femelle. Ce cas, nous l'avons étudié chez l'Ascaride dans la partie descriptive de cet article, au paragraphe I. On peut penser, relativement à cette exception, que, comme le testicule et l'ovaire doivent chez un animal donné être constitués suivant le même plan, comme, en d'autres termes, le testicule et l'ovaire sont histologiquement et physiologiquement symétriques, si, chez l'Ascaride, la cellule femelle du testicule fait défaut, il ne doit pas y avoir dans l'ovaire de cellule mâle, c'est-à-dire que l'œuf ne doit pas être entouré de cellules folliculeuses. Nous serions ainsi en présence d'un cas d'ovogénèse et de spermatogénèse plus simple que ceux examinés plus haut. Cette disposition peut être d'ailleurs primitive et, en se compliquant, avoir conduit à celle que nous avons étudiée précédemment ou bien, elle peut être le résultat de la simplification de cette dernière.

Or pour l'Ascaride nos prévisions sont exactes : l'œuf n'est pas entouré de cellules folliculeuses chez cet animal. Bien plus, le fait paraît se confirmer, autant que nous le permet l'état de nos connaissances, pour d'autres types de la série animale, chez lesquels d'une part le testicule est privé d'élément accessoire femelle, d'autre part l'ovaire dépourvu d'élément accessoire mâle, l'un et l'autre étant réduits à l'élément essentiel.

Il nous faut maintenant examiner si l'hypothèse de l'élément femelle du testicule comparé à l'œuf de l'ovaire peut s'harmoniser avec les faits et les considérations théoriques que O. Hertwig vient de fournir dans un très remarquable travail sur la comparaison de la spermatogénèse et de l'ovogénèse chez l'Ascaride et sur l'essence des phénomènes de la maturation et de la fécondation de l'œuf [1]. Il nous faut voir en outre si la même hypothèse peut être conciliée avec l'existence des cas simples de constitution ovarique et testiculaire que nous venons de voir [1].

Dans la théorie de Hertwig, les globules polaires ne sont plus des parties mâles éliminées par l'œuf, destinées à être remplacées par les parties mâles apportées par le spermatozoïde dans l'acte de la fécondation, comme l'ont admis Balfour, S. Minot, E. van Beneden dans leurs théories du « remplacement ». Ce sont des œufs abortifs qui se forment par un dernier processus de division aux dépens de l'œuf primitif, de la même façon que les spermatozoïdes aux dépens du spermatocyte. Mais, tandis que dans ce dernier cas les produits de division sont tous employés comme spermatozoïdes fécondants, un seul des produits de division de l'œuf primitif devient l'œuf définitif, en s'enrichissant de toute la masse vitelline aux dépens des autres produits qui demeurent rudimentaires et sont les globules polaires. Chacun des produits ultimes de division, l'œuf définitif et chaque globule polaire d'une part, chaque spermatozoïde d'autre part, ne contient que le quart de la chromatine renfermée dans le noyau de la cellule-mère initiale.

Ce qui caractérise la fécondation, avant l'acte même de la conjugaison des noyaux des produits sexuels, ce sont les phénomènes singuliers de division qui préludent à cette conjugaison et la nécessitent pour ainsi dire.

En effet, quand une cellule quelconque se divise, elle lègue à chacune de ses deux cellules-filles la moitié de la substance chromatique contenue dans son noyau ; chaque cellule-fille doit ensuite compléter jusqu'à l'unité sa teneur en substance chromatique.

Ici au contraire une cellule se divise deux fois de suite, et chacune des quatre cellules-petites-filles formées n'hérite que du quart de la chromatine, et par conséquent sera à sa naissance deux fois moins riche en chromatine que ne l'est une cellule-fille. Cette cellule-petite-fille ne pourra égaler en richesse chromatique une cellule-fille qu'à la condition de s'unir avec une autre cellule-petite-fille. Cette union est réalisée dans le phénomène de la fécondation.

Si maintenant les deux cellules-petites-filles unies dans l'acte de la fécondation, le spermatozoïde et l'œuf définitif, renferment chacune un quart, leurs cellules-mères contiendront chacune une moitié et seront complémentaires l'une de l'autre, et leurs cellules-aïeules possédant cha-

[1] O. Hertwig. Vergleich der Ei-und Samenbildung bei Nematoden. *Arch. für. mikr. Anat.*, Bd. XXXVI, 1890.

[1] L'examen de cette hypothèse ne pourra être ici que superficiel. Aussi prions-nous le lecteur qui serait curieux d'un exposé plus approfondi de la question de vouloir bien se reporter au travail que nous lui consacrons in *Journal de l'Anatomie*.

cune une unité seront supplémentaires. Cet état supplémentaire des cellules-aïeules, du spermatocyte et de l'œuf primitif, est la conséquence nécessaire de tout ce qui précède. En remontant dans le développement, il devra se maintenir dans les cellules-mères du spermatocyte et de l'œuf définitif jusqu'à la première cellule testiculaire et jusqu'à la première cellule ovarienne. Nous aurons alors : dans le testicule un élément unique, qui contiendra en puissance tous les éléments séminaux à venir, et que nous pourrons appeler $4\,m$; dans l'ovaire un élément unique F qui renfermera tous les œufs futurs; ces éléments seront supplémentaires l'un de l'autre et leur somme $4\,m + F = 2$.

Ce cas est réalisé dans les dispositions histologiquement simples des glandes génitales de l'Ascaride. D'emblée la première cellule de l'ovaire et la première cellule du testicule sont ici des éléments supplémentaires, capables de donner naissance à des produits complémentaires l'un de l'autre, et par conséquent d'emblée elles seront sexuées. Dès l'origine aussi le testicule et l'ovaire seront des glandes sexuellement différenciées, ou plutôt il n'y aura pas de différenciation sexuelle. Si nous avons à faire à un hermaphrodite, la distinction des sexes ne sera pas poussée plus loin ; mais dans le cas de répartition des sexes sur deux individus différents, dans le cas de diœcie en un mot, chez l'Ascaride par exemple, les deux individus seront dès le début supplémentaires l'un de l'autre et sexués.

Mais supposons que nous mettions en présence deux individus dérivant chacun d'un hermaphrodite à formule génitale simple $4m + F$, et ayant conservé chacun les deux éléments de cette formule. Nous aurons alors d'un côté $4m + F$, et de l'autre $4m + F$ également ; les éléments de cette formule seraient supplémentaires deux à deux et formeraient ainsi deux points de départ aboutissant chacun à deux éléments complémentaires et par suite à deux individualités nouvelles. Mais si nous supposons que, dans le premier membre de cette formule, $4m$ ne fonctionne pas, et que dans le second ce soit F, que maintenant nous désignions par le signe ' les éléments qui sont perdus fonctionnellement pour la glande, notre formule devient $(4m' + F + 4m + F')$, ou, ce qui nous ramène au cas précédent $F + 4m$. Dans le cas de diœcie, nous aurons : F pour la femelle, $4m$ pour le mâle. La formule histologique complexe de la glande génitale, qui est celle des Mammifères par exemple, s'est ainsi simplifiée, grâce à ce que l'élément F' du testicule et l'élément $4m'$ de l'ovaire ont été éliminés de ce testicule et de cet ovaire ou tout au moins privés de fertilité et adaptés à toute autre fonction que la fonction reproductrice. A ce prix a pu se faire la réalisation d'un testicule et d'un ovaire dans une glande hermaphrodite, ou la séparation des sexes sur deux individus différents. L'élimination de l'élément femelle du testicule, de l'élément mâle de l'ovaire constitue la différenciation sexuelle, qui ne laisse dans ce testicule, dans cet ovaire, que des éléments supplémentaires, aptes à donner des produits complémentaires féconds. Avant toute élimination, il existe donc une période indifférente des cellules de la glande génitale, de cette glande génitale elle-même, des individus à leur tour, qui ne deviennent sexués que secondairement, au lieu qu'ils l'étaient primitivement chez l'Ascaride.

En terminant, il nous a paru que l'hypothèse que nous venons de présenter pouvait être émise ou plutôt renouvelée, en même temps que développée, en présence des faits dont nous disposons aujourd'hui sur l'ovogénèse et la spermatogénèse. Nous ne nous flattons nullement cependant de l'espoir qu'elle ait une existence durable et ne la regrettons pas si elle tombe sous les coups de nouveaux faits. Il nous suffit qu'en l'état présent de la science, l'hypothèse de l'élément femelle du testicule paraisse en harmonie avec les données actuelles.

Dr A. Prenant,
Chef des travaux d'Histologie
à la Faculté de Médecine de Nancy.

L'ÉDUCATION TECHNIQUE DES INGÉNIEURS AUX ÉTATS-UNIS

La question des laboratoires de mécanique est aujourd'hui à l'ordre du jour. Elle a été, à deux reprises, traitée avec autorité dans cette *Revue* [1]. Je n'ai donc pas la prétention de la traiter à mon tour. Mais ayant eu l'occasion de visiter, dans un récent voyage aux États-Unis, plusieurs des principales écoles de ce pays, j'ai pensé qu'il pourrait être intéressant de présenter aux lecteurs de la *Revue* quelques détails sur les laboratoires et collèges dont ils ont entendu parler. Je me bornerai donc à une simple description, me proposant seulement de dire quelques mots des deux établissements des États-Unis les plus importants au point de vue de la mécanique appliquée : *Sibley College*, à Ithaca, et le *Massachussets Institut of Technology*, à Boston.

[1] Voyez : Dwelshauvers-Dery : Les laboratoires de mécanique, dans la *Revue* du 15 juin 1891, t. II, p. 353, et un mécanicien, le Laboratoire de Mécanique du Conservatoire des Arts et Métiers dans la *Revue* du 30 juillet 1891, t. II, p. 465.

I

Sibley College fait partie d'une Université célèbre, *Cornell University*, située à Ithaca, auprès du lac Cayuga, dans l'État de New-York. Une loi du Congrès du 2 juillet 1862 avait distribué des terres fédérales aux divers États de l'Union, à charge pour ceux-ci de créer des collèges spécialement destinés à l'enseignement de l'agriculture et des arts mécaniques. L'État de New-York reçut pour sa part 990.000 acres [1] (396.000 hectares). L'Université d'Ithaca fut fondée pour répondre à la volonté du Congrès.

C'est un établissement libre, comme la plupart des universités américaines. Elle a été constituée personne civile par son *acte d'incorporation*, qui correspond à notre déclaration d'utilité publique, avec cette différence que l'acte d'incorporation est toujours une loi d'État, et que la législature peut organiser chaque établissement sous le régime qui lui convient le mieux. L'acte constitutif de l'Université correspondait aux conditions de la loi de 1862. En conséquence, M. Ezra Cornell fut autorisé, en 1866, à acheter à l'État 270 acres de terres fédérales (108 hectares) au prix de 30 *cents* (1 fr. 50) l'acre, et à en faire don à l'Université. Il y ajouta un don en espèces de 500.000 dollars (deux millions et demi). Ainsi dotée, l'Université acheva rapidement de s'organiser. Les hauts fonctionnaires de l'État de New-York font de droit partie de son Conseil d'administration.

Les Américains sont jaloux de leurs établissements d'instruction. Ils tiennent à honneur de les doter royalement. C'est par la munificence privée que l'Université d'Ithaca fut pourvue de bibliothèque, de collections, et de capitaux. Elle a donné aux divers collèges qui la composent les noms de ses bienfaiteurs, dont les largesses se sont comptées par centaines de milliers de dollars, et même, pour l'un d'eux, par un million de dollars : aujourd'hui l'Université possède un revenu annuel de deux millions de francs.

Sur les 270 acres qui lui ont été concédés, 200 acres environ sont occupés par la ferme-école et par l'école d'horticulture. Le reste est consacré aux collèges, aux habitations des professeurs, et aux *grounds* réservés aux jeux athlétiques. Les collèges sont exclusivement occupés par les salles de cours et de conférences, les collections, les laboratoires, les bibliothèques. Les élèves logent dans des bâtiments spéciaux, appelés *dormitories*. Les jeunes filles, admises à suivre tous les cours de l'Université, habitent un bâtiment spécial, *Sage College*. Le régime de l'internat français est inconnu : chaque élève a sa chambre, parfois deux.

[1] L'acre a une superficie de 40 ares et demi.

L'instruction comprend toutes les branches de l'enseignement, littéraire et scientifique : l'université délivre des diplômes de baccalauréat ès arts, ès lettres, ès sciences et en philosophie, des diplômes d'agriculture, d'architecture, de chimiste, d'ingénieur civil, d'ingénieur mécanicien et d'ingénieur électricien. Elle comprend aussi des écoles qui délivrent, non des diplômes, mais de simples certificats : une école d'art industriel, et une école préparatoire de médecine. Elle comprend enfin une école de droit.

Les programmes comportent quatre années d'études. Après avoir obtenu leur diplôme, les élèves peuvent encore passer une année à l'Université, pour suivre des cours supplémentaires, et travailler au laboratoire. Le nombre des élèves est actuellement de 1.350, dont 500 boursiers, désignés par l'État de New-York. Ces bourses ne portent que sur les frais d'instruction, qui s'élèvent à 125 dollars par an (725 fr.) Les autres frais restent à la charge des élèves : il faut compter 1.000 à 1.500 fr. par an pour la nourriture, le logement, le chauffage, l'éclairage et le blanchissage, et 200 à 400 fr. pour frais de livres. Les anciens élèves ont fondé une quarantaine de bourses de 1.000 fr.

L'éducation des ingénieurs mécaniciens et électriciens se fait à *Sibley College*. Le fondateur de ce collège, M. Hiram Sibley, n'a pas donné à l'Université moins de 200.000 dollars (un million de francs). Les salles de cours et de dessin, la bibliothèque et la salle de lecture, sont renfermées dans un bâtiment à trois étages, qui forme l'un des côtés d'un rectangle, dont les trois autres côtés sont formés par les ateliers. Un premier bâtiment, de 50 mètres de longueur sur 13 mètres de largeur, contient les ateliers d'ajustage et de menuiserie. Dans un second bâtiment de mêmes dimensions sont la forge et la fonderie. Un troisième contient : au rez-de-chaussée, un laboratoire où sont diverses machines à essayer les métaux, des appareils à essayer les lubrifiants, et divers appareils hydrauliques ; au second étage, des salles de dessin de machines. En dehors de ce groupe de bâtiments sont une batterie de chaudières et une halle de machines, qui contient sept machines à vapeur de divers types, d'une puissance totale de 600 chevaux, des machines à gaz, à air chaud, à pétrole, divers types de dynamos. Cette année le Conseil d'administration avait affecté au budget du laboratoire de mécanique la somme de 100.000 fr. On en a profité pour commander à l'une des meilleures maisons de construction des États-Unis une machine à triple expansion de la force de 200 chevaux.

Toutes ces machines servent à l'enseignement et aux recherches des professeurs. C'est là en

grande partie que M. Thurston, l'éminent directeur de ce collège, a fait ses récentes expériences sur le frottement. C'est également là que tous les jours, par groupes de deux ou trois, les élèves viennent s'exercer à faire marcher les machines, à les démonter, à les régler, à les essayer au frein, à prendre des diagrammes, et à faire des mesures de rendement : la méthode de Hirn pour l'étude expérimentale des machines à vapeur y est journellement appliquée par les élèves.

Lorsque les élèves sortent du collège, ils ont passé 300 heures à l'atelier de menuiserie, 200 heures à la forge, 200 heures à la fonderie, 400 à 500 heures aux machines-outils. Mais je ne veux pas décrire ici la méthode d'enseignement : c'est un sujet qui a été traité avec autorité, tout récemment, dans la *Revue* et dans le *Génie Civil*, par M. Dwelshauvers-Dery : je voulais seulement donner ici une idée des installations de ce collège, de l'extension que les Américains donnent à l'enseignement pratique, à côté d'un enseignement théorique sérieux. On peut discuter les avantages qu'ont, dans une école d'ingénieurs, les ateliers de machines-outils. Je les ai entendu notamment critiquer, même aux États-Unis, par un des plus célèbres mécaniciens de ce pays, M. Richards, actuellement professeur à l'Université de Yale. Les élèves n'ont guère le temps, au collège, de devenir des artisans habiles; et, s'ils se font l'illusion d'avoir, au sortir de l'école, la pratique des machines-outils, on peut craindre qu'ils ne soient exposés à commettre des erreurs dans la conduite d'un atelier. Mais faire suivre l'enseignement oral de l'enseignement individuel et vivant, par l'étude des machines et de leurs organes, et par la pratique des méthodes d'essai, c'est le complément nécessaire pour que les leçons se gravent fortement dans l'esprit ; c'est ajouter à l'intérêt du cours l'attrait de l'observation personnelle.

II

L'Institut de technologie de Boston est, comme l'Université d'Ithaca, un établissement privé, doté par la générosité de l'État et des particuliers, administré par un Conseil dont font partie le Gouverneur et les hauts fonctionnaires de l'État de Massachussets. C'est le premier établissement de ce genre qui ait été fondé aux États-Unis ; il a célébré en 1890 son 25e anniversaire. Avant la fondation de cet établissement l'instruction des ingénieurs aux États-Unis était purement pratique, — comme elle l'est encore aujourd'hui partiellement en Angleterre. C'est l'Institut de technologie de Boston qui a inauguré dans ce pays l'ère de l'enseignement technique ; et son exemple a été largement suivi dans ces dernières années : les Américains se sont engagés dans cette voie avec l'ardeur qu'ils mettent à toutes les entreprises nouvelles. Aujourd'hui l'Institut de technologie compte 900 élèves. Il a à sa tête un homme du plus grand mérite, bien connu en France par ses travaux d'économie politique et de statistique : le général Francis A. Walker.

Comme à *Sibley College*, le programme comporte quatre années d'études, avec une cinquième année facultative pour les élèves diplômés (*graduate students*). C'est essentiellement un établissement d'instruction technique. Les diplômes correspondent à des études de construction (*civil enginering*), d'architecture, de mécanique appliquée, d'électricité, d'exploitation des mines et de métallurgie, de chimie industrielle et de biologie.

Les laboratoires de chimie, de physique, de métallurgie, de biologie, les ateliers de machines-outils, de menuiserie, de forge et de fonderie, sont admirables. Le laboratoire de métallurgie est doté de la plupart des appareils de préparation et de traitement des métaux; les élèves passent chaque année plusieurs journées à les faire marcher. Il n'est pas une expérience de chimie ou de physique, faite au cours, qui ne soit répétée par les élèves au laboratoire, sous diverses formes. Les séances de manipulation durent trois heures; les élèves s'y rendent, par groupes de deux ou trois; et ils trouvent à leur place, avec des instructions sur ce qu'ils ont à faire, les appareils dont ils auront besoin. Et là, sous la surveillance du professeur, ils exécutent le programme qui leur a été préparé. On se rendra compte du nombre d'appareils nécessaire, et de la richesse des collections, quand on saura que le laboratoire de physique, à lui seul, reçoit 150 élèves. Au laboratoire de mécanique se trouvent : une machine à triple expansion de 150 chevaux, une machine Harriss-Corliss de 16 chevaux, et une machine à tiroir de 8 chevaux; deux machines pour les épreuves de traction des métaux, de la capacité de 25 tonnes, etc. Cette énumération suffit à donner une idée de ce laboratoire, un des plus complets qu'on puisse imaginer, qui renferme les modèles des mécanismes les plus divers, et tous les appareils destinés aux épreuves et aux essais des matériaux.

Je n'ai parlé que des écoles supérieures, de celles où l'on entre vers 17 ans, pour en sortir, après 4 années d'études, avec un diplôme d'ingénieur. Les écoles d'arts-et-métiers, qui reçoivent les élèves à partir de 14 ou 15 ans, et qui forment soit des ouvriers d'élite destinés à devenir rapidement contremaîtres, soit de futurs élèves des écoles d'ingénieurs, ne sont pas moins remarquables. L'une des mieux organisées est celle de Chicago : *Chicago manual training school*, fondée en 1883 par le *Commercial Club* de Chicago, et dont le diplôme dispense

de l'examen d'entrée à *Sibley College*, et à nombre d'établissements d'instruction technique.

Ces diverses écoles sont montées avec un grand luxe. Tout en admirant la générosité intelligente des Américains, qui consacrent des millions à développer l'instruction dans leur pays, il est permis, je crois, de faire quelques réserves. Peut-être y a-t-il dans tout ce luxe un peu de superflu; il n'y aurait sans doute pas besoin de tant de dollars pour créer en France des laboratoires de mécanique très suffisants.

Je terminerai par une dernière remarque sur un point qui me paraît caractéristique de l'enseignement technique aux États-Unis. En France, dans nos écoles d'ingénieurs, les élèves voient peu leurs professeurs, en dehors des cours. Le professorat est souvent une partie d'un service administratif très chargé. Quand les professeurs ne sont pas fonctionnaires, ils ont en dehors de leurs cours des occupations qui absorbent une grande partie de leur temps: il ne saurait en être autrement, car les émoluments de professeur ne sont qu'un complément de traitement. En Amérique le temps du professeur est entièrement consacré à ses élèves ou à des travaux personnels relatifs au cours qu'il professe. Après le cours, il se rend au laboratoire; et là, avec l'aide de ses « *assistents* », il surveille les manipulations des élèves, guide leurs travaux; et, par des entretiens fréquents, fait pénétrer dans leur esprit les idées qu'il a développées au cours. Le laboratoire tient, en Amérique, dans l'enseignement des diverses branches de la mécanique et des sciences appliquées, la place qu'il tient, dans nos Facultés des sciences et nos Écoles de médecine, pour l'enseignement des sciences physiques et naturelles.

E. de Billy,
Ingénieur au corps des Mines.

A l'occasion de l'article de M. E. de Billy, il nous paraît intéressant de publier le passage suivant d'une lettre récemment adressée par l'illustre ingénieur Thurston, directeur du Sibley-College, *à notre éminent collaborateur, M. le Professeur V. Dwelshauvers-Dery. On y verra combien sont fondées les assertions de nos divers collaborateurs qui ont décrit ici, comme des modèles à imiter, les laboratoires de mécanique des Etats-Unis, et fait campagne pour obtenir des pouvoirs publics l'institution d'établissements analogues. Il y a là une question d'intérêt vital pour notre pays, dont la grande industrie gagnerait à être plus souvent guidée par la science. L'émotion soulevée en France et à l'Étranger par les articles que nous avons publiés à ce sujet [1] nous fait bien espérer de la décision de nos gouvernants. En réalité ce que nous leur demandons est peu de chose en comparaison des installations grandioses que possèdent les Américains et dont ils sont, comme le remarque le Professeur Thurston, justement fiers.*

Lettre de M. R.-H. Thurston

« Mon cher ami,

« ... L'année scolaire est à sa fin; je n'en suis pas moins fort occupé aux préparatifs nécessaires pour

---

[1] Ces articles, qui ont vivement attiré l'attention du monde industriel, ont été dans la presse politique elle-même l'objet de nombreux commentaires. Indépendamment des discussions — toutes bienveillantes — auxquelles elles ont donné lieu dans les revues techniques et les grands journaux de Paris, une centaine de feuilles de province en ont reproduit les principaux passages, réclamant, chacune dans l'intérêt de l'industrie, la création d'un laboratoire où la résistance des matériaux et les qualités des machines fussent déterminées par l'expérience et suivant des méthodes uniformes.

En s'associant, comme il veut bien le dire, « à la campagne entreprise par la *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, pour arriver à fonder en France un laboratoire de mécanique expérimentale », M. A. Roche écrit dans le *Mémorial de la Loire et de la Haute-Loire* en date du 10 août 1891 :

« La question me paraît être d'une importance considérable non seulement pour la science, mais aussi pour le progrès, actuellement très enrayé, de notre grande industrie. Il faut avoir le courage de le dire, en matière de mécanique appliquée, notre pays s'est laissé distancer. Depuis plusieurs années les autres nations, en particulier l'Angleterre et les États-Unis, ont compris que le perfectionnement des machines employées dans l'industrie exige autre chose que l'application de considérations théoriques. On ne méconnaît point l'importance du calcul : sans mathématiques, il n'y a pas de mécanique ; mais les mathématiques ne suffisent pas ; on ne saurait y recourir pour établir les conditions physiques auxquelles les matériaux et les mécanismes eux-mêmes doivent satisfaire sous peine de fonctionner mal ou même de devenir dangereux. L'intervention de l'expérience est nécessaire. Sans elle l'ingénieur ne pourrait résoudre aucun des grands problèmes de la mécanique industrielle : il lui serait impossible de déterminer la résistance à la rupture, le coefficient d'élasticité des pièces métalliques, la composition qu'il convient de leur attribuer suivant la nature du travail qu'on leur demande, le meilleur mode d'emploi du combustible, les avantages que présentent, aux points de vue de la déperdition de chaleur et du rendement, les divers types de moteurs à gaz ou à vapeur. Toutes ces questions et bien d'autres, qui se rattachent au fonctionnement des machines, exigent, pour être résolues, des expériences, lesquelles ne peuvent être faites que dans des laboratoires spécialement outillés en vue de cette étude. »

A l'appui de ces idées M. A. Roche décrit dans le *Mémorial de la Loire et de la Haute-Loire* les principaux progrès que la mécanique industrielle doit à l'expérience; puis il expose, d'après la *Revue*, les circonstances qui ont amené la ruine du laboratoire fondé par Morin et Tresca au Conservatoire des Arts et Métiers.

« En signalant ce triste état de choses, j'espère, dit-il, susciter l'indignation des lecteurs. Ce n'est pas seulement le monde des mécaniciens et des ingénieurs qui doit protester contre un tel abandon, et demander le relèvement du laboratoire; ce sont aussi, avec eux, tous les esprits réfléchis, qui ont quelque souci de notre avenir industriel. Nous les conjurons de se joindre à nous pour obtenir des pouvoirs publics les crédits nécessaires à la fondation d'un laboratoire national de mécanique expérimentale. »

Que le lecteur veuille bien le remarquer, cette protestation traduit, non l'opinion isolée d'un savant, mais le sentiment unanime des ingénieurs et des industriels, exprimé, à la suite des articles de la *Revue*, dans une centaine de journaux français.

recevoir les *cinq cents* étudiants que nous attendons en septembre au *Sibley College*. Je suis à agrandir les locaux et les aménagements, à en bâtir de nouveaux, à placer une turbine de 200 chevaux sous notre chute de 40 pieds, pour fournir l'éclairage électrique du College. Je viens justement de recevoir une machine Compound-tandem de 60 chevaux, cadeau d'amis; je prends les dispositions pour le placement d'une chaudière de 250 chevaux timbrée à 14 atm., et de notre machine expérimentale de 200 chevaux, qui n'est pas encore tout à fait prête.

« Votre idéal de machine expérimentale ne diffère pas considérablement de ce que la nôtre réalise. Tous les distributeurs sont aussi indépendants et chacun ajustable à part. Nos condenseurs à surface recevront l'eau de circulation directement de notre grand réservoir sous une charge de 150 pieds par un tuyau de 0 m. 25 de diamètre. Nous disposons en ce moment de 800 chevaux nominalement; mais en réalité nous pourrons facilement obtenir un quart à un tiers en plus, soit *mille chevaux*.

« Je fais faire les fondations d'un banc d'épreuve de 300 à 350 tonnes, avec enregistration automatique; placer la lumière électrique dans notre nouvelle bibliothèque (1.300.000 frs) qu'on vient de terminer, dans le College-Sage (collège de jeunes filles), etc.

« Je cherche encore un professeur à mettre à la tête de notre département du Génie naval.....

« J'ai reçu votre article sur les Laboratoires [1]. C'est un plaisir de voir comment les nouvelles méthodes ont pris possession du monde. Dans notre pays, toute école qui se propose l'étude de la science pure ou appliquée érige un laboratoire de mécanique tout aussi bien que des laboratoires de physique ou de chimie. On y fait d'excellente besogne... Mais nous y éprouvons un désavantage d'autre part : ces écoles viennent me chercher mes meilleures hommes, et je cours perpétuellement le danger de rester sans assistant expérimenté. D'un autre côté notre réputation est telle que nous pouvons, en général, remplir les offices vacants en choisissant parmi les professeurs les plus renommés des autres écoles, car ils considèrent comme avantageux de venir dans la nôtre. Il nous vient même de tous les points des États-Unis des professeurs qui désirent se mettre au courant de nos méthodes et du maniement de nos appareils. Ainsi se répand avec rapidité le nouveau système. Nombre de nos plus brillants sujets vont aussi à l'Université Stanford de Californie, qui est assez bien modelée sur l'Université Cornell. Son président est un de nos anciens élèves.... »

R.-H. Thurston.

Sur ce même sujet des laboratoires de mécanique, qui passionne en ce moment nos ingénieurs, la Revue *a reçu de quelques-uns d'entre eux d'importants documents, dont elle les remercie et qu'elle se propose d'utiliser prochainement.* L. O.

1 V. Dwelshauvers-Dery, Les Laboratoires de mécanique dans la *Revue* du 15 juin 1891, t. II, page 353.

LES THÉORIES RÉGNANTES

SUR LA CONSTITUTION DES SOLUTIONS SALINES

Les travaux de M. Van T' Hoff sur la pression osmotique ont considérablement avancé la théorie de la dissolution. Il semble incontestable, d'après les nombreuses recherches provoquées par les idées du savant hollandais, que les molécules d'un corps dissous se comportent au sein du dissolvant comme les molécules d'un gaz dans un espace vide, et que les conditions d'équilibre à l'état gazeux ou dissous peuvent se déduire des mêmes équations [1]. Dans le cas particulier des solutions très étendues, on aura donc entre le volume, la température et la pression osmotique d'une dissolution contenant une *gramme-molécule* [2] la relation $\Pi v = RT$, identique à l'équation qui, pour les gaz parfaits, résume les lois de Mariotte, de Gay-Lussac et d'Avogadro [2].

I

De nombreuses vérifications expérimentales, effectuées soit par la détermination directe de la pression osmotique, soit par la détermination des abaissements des températures de congélation ou des tensions de vapeur, qui sont des fonctions simples de la pression osmotique, ont montré que la théorie concordait bien avec l'expérience, sauf dans un cas, celui des solutions salines aqueuses; (nous comprenons ici, dans le terme solutions salines, les dissolutions aqueuses des acides et des

1 Voir l'article de M. Etard sur la *Constitution des solutions étendues*, dans la *Revue générale des Sciences*, du 15 avril 1890.

2 *Gramme-molécule* = nombre de grammes égal au poids moléculaire.

2 Π = pression osmotique; v = volume; R = constante = 84700; T = température *absolue*.

bases hydratés). Pour toutes ces solutions, l'équation $\Pi v = RT$ doit être remplacée par $\Pi v = iRT$, i étant un coefficient numérique, supérieur à l'unité, variable avec le corps considéré, et dépendant aussi de la température et de la concentration de la dissolution.

La détermination de i est immédiate quand on connaît la pression osmotique ; lorsque l'on a déterminé l'abaissement du point de congélation ou de la tension de vapeur de l'eau, on peut calculer i en s'appuyant sur les règles suivantes [1] :

1° La valeur de i est égale à l'abaissement moléculaire du point de congélation divisé par 18,5;

2° La valeur de i est égale à 5,6 fois le poids moléculaire (m) du corps considéré, multiplié par la partie (Δ) dont sa présence diminue la tension de vapeur de l'eau (dissolution à 1 pour 100) :

$$i = m \times \Delta \times 5,6.$$

L'existence de ce facteur numérique conduit à attribuer aux solutions salines aqueuses une constitution spéciale, hypothèse que vient confirmer d'ailleurs l'étude d'un grand nombre de propriétés physiques de ces solutions. Reste à déterminer quelle est cette constitution spéciale.

Les explications, proposées jusqu'ici par les nombreux chimistes et physiciens qui se sont occupés de cette question, sont très diverses, et parfois même contradictoires. Cela ne doit pas surprendre beaucoup, si l'on remarque que le fait que l'on poursuit n'est pas directement accessible. Ce n'est que par l'étude des propriétés des solutions, principalement des propriétés physiques, que l'on peut avoir une idée de leur constitution intime; et, le plus souvent, un même fait pourra être interprété d'une façon satisfaisante, au moyen de deux hypothèses totalement différentes. A la longue, en accumulant les résultats expérimentaux, on pourra éliminer certaines hypothèses et augmenter la probabilité des autres; mais on ne peut compter arriver à la certitude absolue.

Le fait incontestable qui ressort de ces données est que *la constitution des solutions salines aqueuses est variable avec la température et la concentration.* Une telle dissolution doit donc être considérée comme un système en équilibre chimique. Sur ce point là tout le monde est d'accord; les divergences n'apparaissent que lorsqu'il s'agit de décider quels sont les corps entre lesquels s'établit l'équilibre.

II

Dans la théorie cinétique des gaz, on arrive directement à la formule $PV = RT$ pour les gaz parfaits, en considérant la pression P comme produite par le choc des molécules gazeuses contre les parois. Le raisonnement peut être répété pour une solution saline enfermée dans un vase *semi-perméable*, c'est-à-dire se laissant traverser par le dissolvant et non par le corps dissous. La pression osmotique, c'est-à-dire la différence des pressions de part et d'autre de la paroi semi-perméable est due alors, en partie aux chocs des molécules du corps dissous qui s'exerçent d'un seul côté, en partie à la différence d'action du liquide, qui d'un côté est pur, et de l'autre est soumis à une attraction de la part des molécules du corps dissous. Dans les solutions très étendues, cette seconde action est négligeable : le choc des molécules dissoutes constitue seul la pression osmotique, et l'on se trouve absolument dans le même cas que pour les gaz. C'est le résultat auquel est arrivé M. Van der Waals, qui a traité la question dans toute sa généralité.

Si l'équation à laquelle on arrive expérimentalement est $PV = iRT$, il faut en conclure, dans la théorie cinétique, que le nombre des molécules est augmenté dans le rapport de i à 1. C'est ce que l'on fait pour les gaz qui ne suivent pas la loi d'Avogadro et pour lesquels on admet que la molécule est dissociée en plusieurs autres. Deux cas sont alors à distinguer; pour certains corps, l'acide acétique par exemple, on admet que la molécule de vapeur saturée est formée par l'agglomération de plusieurs molécules d'acide acétique qui se séparent quand la température s'élève, ou que la pression diminue. Cette hypothèse s'impose toutes les fois que le corps qui échappe à la loi d'Avogadro est un corps simple (iode, soufre). Pour d'autres corps, tels que le chlorhydrate d'ammoniaque, le perchlorure de phosphore, on suppose que la molécule se dissocie en plusieurs molécules différentes, acide chlorhydrique et gaz ammoniac, chlore et trichlorure de phosphore.

Ces deux hypothèses peuvent se répéter dans le cas des corps dissous, sans qu'on puisse *a priori* choisir l'une ou l'autre; ou bien la molécule du corps solide est formée par l'agrégation de plusieurs molécules identiques qui se séparent par la dissolution, ou bien la molécule du sel se sépare en molécules différentes. Cette seconde hypothèse a été adoptée par M. Arrhénius. Remarquant que les solutions pour lesquelles on était obligé d'admettre un coefficient i différent de l'unité donnaient toutes des solutions conductrices de l'électricité, susceptibles, par suite, de subir l'électrolyse, ce savant a admis que la séparation du sel en *ions*, que produit le passage d'un courant, était déjà obtenue par simple dissolution, et que l'électricité n'avait d'autre rôle que de diriger chacun de ces *ions* vers l'une ou l'autre des électrodes.

[1] Van T' Hoff. *Archives néerlandaises des Sciences*, t. XX.

Cette hypothèse a soulevé de violentes contradictions ; il semblait contraire à toutes les idées reçues en chimie d'admettre que les composés les plus stables fûssent séparés en leurs éléments par une simple dissolution, donnant lieu à des phénomènes thermiques très faibles, et surtout qu'il pût exister dans une dissolution de chlorure de potassium, par exemple, du chlore et du potassium en liberté. A cela, M. Arrhénius répond qu'il ne faut pas considérer les *ions* libres au sein de la dissolution comme identiques aux molécules isolées des mêmes corps. La différence réside peut-être d'abord dans l'état d'agrégation moléculaire, et surtout dans ce fait que les *ions* possèdent une très forte charge électrique, positive ou négative, qui empêche toute action de l'*ion* sur le dissolvant et représente une grande quantité d'énergie. L'*ion* est donc tout à fait différent de la molécule, et il ne faut pas chercher à retrouver dans la dissolution où l'on suppose les *ions* libres les propriétés des corps qui constituent ces *ions*.

Voici maintenant quelques-uns des faits qui viennent à l'appui de l'hypothèse de M. Arrhénius. Les solutions électrolytiques ne pouvant transmettre l'électricité sans subir de décomposition, on est conduit à admettre que le transport de l'électricité ne se fait que par l'intermédiaire des *ions* ; la conductibilité moléculaire variera donc en même temps que le rapport du nombre des molécules dissociées au nombre des molécules non dissociées. Dans les solutions très étendues on trouve une conductibilité moléculaire constante ; c'est qu'alors le sel est complètement dissocié en *ions*. Quand la concentration augmente, la conductibilité moléculaire diminue ; c'est qu'un certain nombre de molécules salines restent indécomposées. On peut, d'après le rapport des conductibilités, calculer la proportion de molécules dissociées et, par suite, le coefficient *i*.

Par exemple, la conductibilité moléculaire-limite pour le chlorure de potassium est 1,217 (multipliée par 10^5) ; à la concentration 0,74 par litre la conductibilité est 1,147 ; le rapport $\frac{1,147}{1,217} = 0,94$ est, d'après M. Arrhénius, égal au rapport du nombre n de molécules dissociées au nombre total m de molécules.

Le nombre de molécules libres est donc égal à $m - n + 2n$, chacune des molécules dissociées donnant naissance à deux autres ; par suite :

$$i = \frac{m - n + 2n}{m} = 1 + \frac{n}{m} = 1,94.$$

Pour $BaCl^2$ on aura :

$$i = \frac{m - n + 3n}{m} = 1 + 2\frac{n}{m},$$

car chaque molécule se dédouble en trois autres (Ba, Cl, Cl,) ; or les conductibilités sont les suivantes :

Conductibilité moléculaire limite... 1,144 } rapport = 0,87
1gr,04 par litre.................... 1,006 }

donc $i = 1 + 0,87 \times 2 = 2,74$.

On peut donc calculer i au moyen de la conductibilité électrique, et comparer la valeur ainsi obtenue aux valeurs déduites de la pression osmotique, de la tension de vapeur, ou de l'abaissement du point de congélation.

Les différentes valeurs ainsi obtenues concordent assez bien ; voici quelques résultats numériques :

1° i_1, calculé d'après la conductibilité électrolytique ;

i_2, déduit de la pression osmotique. (Mesures de M. de Vries) :

	K Cl	Na Cl	Az H⁴ Cl	Az O³ Na	Az O³ K
i_1	1,87	1,82	1,85	1,73	1,80
i_2	1,80	1,72	1,82	1,76	1,76

2° i'_1, calculé d'après la conductibilité électrique ;

i_3 déduit de l'abaissement du point de congélation (Raoult) :

	K Cl	Az O³ Na	(Az O³)² Pb	KO H	H Cl
i'_1	1,86	1,82	2,08	1,93	1,90
i_3	1,82	1,82	2,02	1,91	1,98

3° i''_1, calculé d'après la conductibilité électrique ;

i_4, déduit de la diminution de tension de vapeur (Tamman) :

	Na Cl	Li Cl	Na OH	SO⁴ K²	Sr Cl²
i''_1	1,75	1,69	1,80	2,02	2,15
i_4	1,80	1,76	1,72	2,00	2,45

L'hypothèse d'Arrhénius donne une explication simple des propriétés modulaires des solutions étendues. M. Valson, en étudiant les densités des solutions salines normales, c'est-à-dire contenant une molécule de sel par litre, était arrivé à formuler la loi suivante :

La densité d'une solution saline normale peut se déduire de celle d'une solution prise comme type en y ajoutant deux nombres, correspondant : l'un au radical électro-positif, l'autre au radical électro-négatif. Ces nombres ou modules sont caractéristiques d'un radical et indépendants de l'autre radical auquel il se trouve associé.

Cette loi modulaire a été étendue depuis à un grand nombre de propriétés physiques (volume spécifique, dépression capillaire, chaleur de neutralisation, compressibilité, frottement interne, pouvoir rotatoire, indice de réfraction). L'existence des modules des radicaux suffirait presque, à elle seule, à conduire à l'hypothèse de la dissociation électrolytique. Voici comment s'expriment à ce sujet MM. Favre et Valson dans un mémoire daté de 1873 :

« En présence de ces résultats, n'est-on pas autorisé à se demander si l'action dissolvante de l'eau sur les sels n'aurait pas pour effet de dissocier leurs éléments et de les amener, sinon à un état de liberté complète, du moins à un état d'indépendance réciproque qu'il serait difficile de définir maintenant, mais du moins très différent de leur état primitif. »

Dans son beau mémoire sur le point de congélation des dissolutions salines, M. Raoult arrive à la conclusion suivante:

« Donc, pour les dissolutions étendues, la diminution des hauteurs capillaires, l'accroissement des densités, la contraction du protoplasma, l'abaissement du point de congélation, bref la plupart des effets physiques produits par les sels sur l'eau dissolvante sont la somme des effets produits séparément par les radicaux électro-positifs et électro-négatifs qui les constituent, et qui agissent comme s'ils étaient simplement mélangés dans le liquide. »

Il faut donc reconnaître, que MM. Valson et Raoult avaient été conduits par leurs recherches expérimentales à l'hypothèse de la dissociation électrolytique, mais sans oser attribuer à la séparation en ions une réalité objective, comme l'a fait M. Arrhénius d'après l'étude des propriétés électriques. De nombreuses recherches ont été effectuées dans ces dernières années pour contrôler cette hypothèse. Il faut citer principalement les expériences de M. Ostwald, en particulier celles relatives à l'interversion du sucre par les acides.

M. Ostwald attribue l'interversion du sucre par les acides à l'hydrogène mis en liberté par le fait de la dissociation électrolytique. D'après cela, la vitesse de la réaction doit être d'autant plus grande que la proportion d'hydrogène libre est plus grande. C'est ce que vérifie, en effet, l'expérience. De plus, si l'on a déterminé pour un acide à une série de concentrations différentes, d'une part la proportion d'hydrogène libre au moyen de la conductibilité électrique, d'autre part la vitesse d'interversion du sucre, on pourra calculer pour d'autres acides la vitesse d'interversion qui correspondra à une concentration et par suite à une proportion d'hydrogène libre connue. Les expériences d'Ostwald ont très exactement vérifié ces conclusions.

Enfin M. Ostwald a cherché à mettre directement en évidence l'existence des ions libres [1] au sein de la dissolution; mais l'interprétation des expériences qu'il a réalisées est trop délicate pour qu'on puisse les considérer comme apportant une preuve décisive.

III

L'augmentation du nombre des molécules dans une solution saline peut aussi s'expliquer, comme cela a été indiqué plus haut, en admettant que les molécules salines sont des agglomérations qui se désagrègent par la dissolution. Ce cas sera sûrement le cas réel, si le corps dissous est un corps simple. C'est ce qui semble se présenter pour les solutions d'iode, de soufre et de phosphore.

M. Aignan, en étudiant la polarisation rotatoire de l'acide tartrique, a été conduit à considérer la molécule comme double et pouvant se dédoubler partiellement en solution aqueuse. Un certain nombre de faits tendent d'ailleurs à faire admettre que la condensation moléculaire n'est pas la même pour certains corps à l'état liquide et à l'état gazeux et que cette condensation peut encore s'augmenter beaucoup à l'état solide [2]. M. Raoult, d'après ses recherches cryoscopiques, suppose que la molécule de l'eau doit être considérée comme multiple, ainsi que celle de l'acide acétique. M. Ph. A. Guye, dans des recherches tout à fait indépendantes, arrive à la même conclusion pour l'eau, l'alcool méthylique, etc.

Tous ces faits rendent parfaitement admissible l'hypothèse que les molécules d'un sel se dédoublent par la dissolution en plusieurs molécules semblables ; mais il est bien difficile, dans l'état actuel de la science, de choisir entre ce mode de dédoublement et celui qu'adopte M. Arrhénius. Il faut cependant reconnaître que la théorie de la dissociation électrolytique fournit une interprétation très simple et très élégante d'un grand nombre de faits que la théorie de l'association des molécules laisse complètement inexpliqués.

IV

Enfin, un certain nombre de savants, se refusant à admettre la théorie cinétique de la dissolution, expliquent la constitution variable des solutions salines par l'existence, au sein du liquide, d'hydrates définis en voie de dissociation. De nombreux faits, il est vrai, conduisent à admettre qu'il existe un lien entre l'eau et le sel dissous, surtout lorsque ce sel peut donner des hydrates solides stables. On sait que la dissolution de ces sels, pris

[1] Ostwald et Nernst. *Über freie Jonen. Zeitschrift fur physikalische Chemie*, 1889.

[2] V. *Sterry Hunt.* The coefficient of mineral condensation in chemistry. Chemical News, 19 et 26 décembre 1890.

à l'état anhydre, donne lieu à un dégagement de chaleur parfois considérable ; que certaines solutions (chlorure cuivrique, chlorure de cobalt) présentent une coloration variable avec la concentration et la température, coloration qui est tantôt celle du sel anhydre, tantôt celle du sel hydraté. L'hypothèse la plus ancienne sur la constitution des sels dissous, et celle qui se présente le plus naturellement, consiste à admettre que le sel est au même état d'hydratation dans la dissolution que les cristaux obtenus par évaporation à la même température. Mais cela ne correspond évidemment pas à la réalité, car une même dissolution peut, à une même température, laisser déposer différents hydrates pourvu qu'on la mette en contact avec une parcelle de l'un de ces hydrates. M. Berthelot, à la suite de ses recherches calorimétriques, arrive à concevoir les solutions salines comme contenant tantôt le sel anhydre, tantôt des hydrates partiellement dissociés en eau et sel anhydre, ou bien en eau et hydrate moins hydraté. Cette conception a été reprise par M. Mendeleeff qui a voulu voir dans cette dissociation des hydrates la cause des anomalies que présentent les solutions salines très étendues et a cherché à déterminer quels sont les hydrates qui peuvent exister en dissolution. Voici quel est le principe de sa méthode :

Supposons qu'on fasse varier d'une façon continue la concentration d'une dissolution et qu'on étudie en même temps l'une quelconque de ses propriétés physiques. A un certain moment il existera dans la dissolution des hydrates à $7H^2O$ et $8H^2O$, par exemple. Quand la concentration aura atteint la valeur qui correspond à la formation intégrale de l'hydrate à $8H^2O$, on verra apparaître un nouvel hydrate, à $10H^2O$, par exemple. La constitution de la solution a donc changé brusquement, et ce changement doit se traduire par un point anguleux dans la courbe qui représente, en fonction de la concentration, la propriété physique étudiée. On doit donc obtenir sur cette courbe une série de points anguleux correspondant aux différents hydrates qui peuvent exister dans la dissolution. Cette méthode a été appliquée par M. Mendeleeff à la densité des solutions d'alcool et d'acide sulfurique, par M. Crompton à la conductibilité électrique des solutions d'acide sulfurique, par M. Pickering à la densité, la chaleur de dilution et l'abaissement des points de congélation des solutions d'acide sulfurique et de chorure de calcium. La méthode est contestable en elle-même, et les objections auxquelles elle donne prise ont déjà été signalées dans la *Revue* [1] ; mais ce qui est plus grave, c'est que les résultats des différents expérimentateurs ne sont pas concordants. M. Mendeleeff trouve pour l'acide sulfurique 4 hydrates, M. Crompton 5, M. Pickering 16. Dans les solutions très étendues, qui sont celles dans lesquelles on a observé la variation de i, la détermination des points anguleux devient presque complètement arbitraire. Il ne semble donc pas qu'il y ait de raison bien sérieuse d'admettre l'existence d'hydrates contenant jusqu'à 1900 molécules d'eau, comme le fait M. Pickering.

Si l'on doit regarder comme certaine l'existence d'un lien entre le dissolvant et le corps dissous, au moins dans certains cas particuliers, on ne peut rien affirmer sur la nature des composés que peuvent former l'eau et les sels dissous.

V

Les différentes théories, entre lesquelles s'est localisée actuellement la discussion, reposent toutes sur des faits d'observation incontestables (si l'on met à part la détermination de la composition des hydrates dissous). On peut d'ailleurs remarquer qu'elles ne sont pas incompatibles, et que rien ne s'oppose à ce que plusieurs effets se superposent dans les dissolutions. Nous avons vu que, dans les gaz qui n'obéissent pas à la loi d'Avogadro, le dédoublement de la molécule pouvait se faire suivant deux modes différents. Il n'est pas difficile d'imaginer des cas dans lesquels ces deux modes de dédoublement se produiront simultanément ; si l'on chauffe, par exemple, de l'acétate d'ammoniaque, on aura d'abord le dédoublement du sel en acide et base, puis le dédoublement de la molécule d'acide acétique. On peut donc admettre que ces deux cas se présentent également dans les dissolutions et, de plus, comme les molécules salines se déplacent, non dans le vide, mais dans un milieu actif, l'eau, il n'y a rien d'étonnant à ce que ce milieu puisse réagir sur elles et donner dans certains cas des agrégations moléculaires complexes.

Il semble donc qu'en somme, on peut admettre qu'il se produit plusieurs effets par la dissolution d'un sel dans l'eau, l'un ou l'autre de ces effets dominant, suivant les conditions dans lesquelles on opère, sans qu'il soit possible de les distinguer nettement dans l'état actuel de la science. Ces effets seront : 1° Une association des molécules de l'eau avec celles du sel, ne se produisant que dans certains cas particuliers ; 2° Un dédoublement des molécules salines pouvant s'effectuer, soit par désagrégation, soit par dissociation électrolytique, et devenant d'autant plus marqué que la dissolution est plus étendue.

Georges Charpy,
Professeur à l'Ecole Monge.

[1] *Pickering*. Nature of solution, analysé dans la *Revue* du 15 janvier 1890.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Wladimir de Tannenberg, (M.), *Professeur au Lycée de Lyon* : **Sur les équations aux dérivées partielles du premier ordre à deux variables indépendantes, qui admettent un groupe continu de transformations.** *Thèse de doctorat soutenue le* 23 *juillet* 1891 *devant la Faculté des Sciences de Paris. Gauthier-Villars et fils*, 55, *quai des Grands-Augustins, Paris*, 1891.

La théorie des groupes continus de transformations due à M. Sophus Lie commence à devenir classique en France comme ailleurs [1]. Nos géomètres n'ont pas perdu de temps pour utiliser dans leurs recherches un procédé si éminemment suggestif, qui fournit tant de points de vue nouveaux et inattendus. Il suffira de citer comme exemple plusieurs passages du Mémoire de M. Picard, couronné en 1888 par l'Académie des Sciences, — sur les fonctions algébriques de deux variables indépendantes [2].

M. de Tannenberg, personnellement élève de M. Lie, a présenté une thèse de doctorat, qui est une application des groupes à un problème indiqué par M. Lie lui-même. Ce travail est bien propre à montrer comment une théorie neuve transfigure une matière aussi ancienne et rebattue que les équations aux dérivées partielles du premier ordre à deux variables indépendantes.

A une pareille équation F, M. de Tannenberg *associe* une équation Φ aux différentielles totales du premier ordre, qui se déduit de F par un procédé simple. L'équation F définit dans l'espace un système bien connu de courbes *caractéristiques;* les deux équations d'une pareille courbe contiennent, outre les coordonnées x, y et z, trois paramètres, a, b et c, qui distinguent les unes des autres les diverses caractéristiques. Si l'on prend maintenant x, y, z pour paramètres, a et b pour coordonnées d'un point dans un plan, c pour le coefficient angulaire de la tangente à une courbe passant par le point, les deux équations de la caractéristique définissent un système de courbes planes à trois paramètres x, y et z. Ce système est aussi défini par une équation différentielle ordinaire H du troisième ordre entre a et b.

La connaissance de l'une quelconque des trois équations F, Φ ou H assure celle des deux autres.

M. de Tannenberg étudie les équations F qui possèdent la propriété de l'invariance par rapport à un groupe de M. Lie de transformations effectuées sur les variables x, y et z; ce groupe substitue à ces variables d'autres x', y' et z', fonctions des premières et de quatre paramètres au moins. H possède alors la propriété de l'invariance par rapport à un groupe de transformations planes de contact, c'est-à-dire de celles qui n'altèrent pas le contact des courbes. Telle est l'idée fondamentale, indiquée par M. Lie, de la thèse.

Les groupes de transformations de contact ont été depuis longtemps construits par M. Lie; M. de Tannenberg cherche parmi eux ceux qui ne changent pas H. Il trouve alors que H peut se ramener à une forme *canonique* particulièrement simple et facile à intégrer. Il existe de ces formes canoniques sept pour H et huit pour F ou Φ.

Telle est la matière des sept premiers chapitres de la thèse; les deux derniers contiennent des considérations géométriques originales et intéressantes. M. de Tannenberg étudie les courbes intégrales des équations canoniques Φ aux différentielles totales et les complexes, sur lesquelles sont situées leurs tangentes; puis sont construites les caractéristiques des équations canoniques F aux dérivées partielles; ces courbes sont très simples : droites ou transformées homographiques d'une hélice ou d'une loxodromie.....

Une note en appendice contient la réduction à la première des huit formes canoniques de deux équations F et Φ, connues depuis longtemps : il s'agit de l'équation F aux dérivées partielles de Monge, dont les normales aux surfaces intégrales touchent une sphère, et de l'equation Φ aux différentielles totales, étudiée par M. Darboux, où les tangentes aux courbes intégrales sont normales à une quadrique d'un faisceau homofocal.

M. de Tannenberg annonce qu'il va, dans une publication prochaine, indiquer les caractères grâce auxquels on pourra, sur une équation *donnée* F, reconnaître si elle possède la propriété de l'invariance vis-à-vis d'un groupe de Lie : ce sera un progrès sérieux pour le calcul intégral, car il existe des méthodes générales d'intégration pour les équations de l'espèce considérée qui admettent un groupe.

Le travail de M. de Tannenberg continue dignement la brillante série des thèses de mathématiques que nous sommes habitués à voir à la Faculté des Sciences de Paris.

Léon Autonne.

[1] Un résumé succint de la théorie des groupes de Lie fait par MM. de Tannenberg et Vessiot a été inséré au *Bulletin des Sciences Mathématiques*, année 1889.

[2] J'ai moi-même fait une application des groupes à l'intégration de l'équation différentielle ordinaire du premier ordre (*Comptes rendus*, 16 mars 1891).

Sir William Thomson. — Popular lectures and addresses. — *Vol. III. Navigational affairs* (*Lectures sur la navigation*) (9 *fr.* 50). *Macmillan and Co, Bedford Street, Covent Garden, London*, 1891.

Sous ce titre Sir W. Thomson a réuni des articles de revue et des lectures faites par lui sur des sujets qui intéressent la navigation. Il ne faudrait pas se méprendre sur le sens du mot « populaire », ni croire qu'on se trouve en présence d'une œuvre plus ou moins banale de simple vulgarisation. On n'y rencontre pas, il est vrai, beaucoup de formules algébriques; les explications scientifiques sont relevées de comparaisons heureuses, agrémentées de détails historiques et d'excursions dans le domaine des autres sciences : mais, ainsi qu'il arrive pour les productions littéraires bien connues des Tyndall et autres savants anglais, le fond n'est pas sacrifié à la forme : les faits sont présentés avec une rigueur et une précision qui doivent satisfaire le savant autant que l'homme du monde.

L'éminent professeur de Glascow, sans être un marin de profession, s'intéresse beaucoup, comme tous ses compatriotes, aux choses de la mer. Il a lui-même parcouru les océans sur son yacht de plaisance, et son esprit inventif s'est donné carrière dans l'étude des perfectionnements que comporte la navigation. Ainsi, au moment d'écrire un article sur les boussoles ou compas de bord, il s'aperçoit que le type ordinaire de ces instruments est mal conçu, théoriquement et pratiquement imparfait; il en invente un nouveau modèle, pour lequel il obtient des qualités qui semblaient incompatibles, la stabilité mécanique unie à la sensibilité, en même temps qu'une facilité nouvelle pour compenser les déviations; puis il complète son invention par des procédés ingénieux pour mesurer à bord les deux composantes du magnétisme, pour corriger les compas au moyen de ces observations de force, pour déterminer et observer l'azimut astronomique. Une autre

fois, frappé des difficultés qu'on éprouve à sonder exactement par de grandes profondeurs, il imagine de remplacer la ligne en chanvre par une corde de piano, puis de contrôler les indications directes par l'adjonction d'un ingénieux manomètre enregistreur sur lequel on lira la pression hydrostatique du fond. Toutes ces inventions, d'autres encore, très complètes et très étudiées, portent un cachet d'élégance scientifique et de simplicité pratique qui leur a conquis d'emblée les suffrages des marins.

Analysons rapidement le livre qui est sous nos yeux. D'abord la navigation proprement dite, c'est-à-dire les moyens par lesquels on détermine la position en mer et l'on fixe la route ; un aperçu des méthodes de la navigation astronomique, avec le sextant, le chronomètre et le compas. L'auteur est partisan résolu de ce qu'on appelle la *nouvelle navigation,* celle qui tire de chaque hauteur observée un lieu géométrique du navire et qui déduit le *point* de la combinaison de ces lieux. Puis des détails sur la navigation à l'estime et sur les causes d'erreur qui l'affectent : les courants marins, et des notions sur les signaux sonores employés en temps de brume. Nous avons déjà dit que sur ces sujets l'auteur a une compétence toute spéciale.

Le chapitre des marées donne un aperçu de la théorie dite d'équilibre, telle qu'elle a été posée par Newton et acceptée jusqu'à Laplace : il montre l'insuffisance de cette théorie, insiste surtout sur l'étude expérimentale du phénomème et développe les principes de l'analyse harmonique, au moyen de laquelle on décompose l'onde résultante observée en éléments simples représentant les effets de toutes les forces en jeu. C'est là en effet le meilleur moyen d'appliquer pratiquement la théorie de Laplace. Sir W. Thomson était particulièrement bien préparé pour traiter cette question. En 1867 il avait soumis à l'*Association Britannique* un programme complet d'observations et de calculs de réductions ; puis il avait combiné un appareil pour exécuter ces calculs mécaniquement.

L'étude sur les compas débute par d'intéressants détails historiques sur l'emploi de la boussole, sur ses déviations : puis vient la description du compas Thomson. Le caractère de cette invention est d'avoir réduit à la fois le poids et le moment magnétique sans détriment de la sensibilité : l'accroissement de la durée d'oscillation élimine l'influence des mouvements de roulis du navire ; la petitesse des aiguilles permet d'appliquer rigoureusement les procédés d'Airy pour la compensation des déviations, à l'aide de masses de fer doux et d'aimants.

Mentionnons encore le chapitre relatif aux câbles sous-marins, aux études que leur pose comporte, notamment aux sondages à de grandes profondeurs. Signalons enfin une étude du plus haut intérêt sur les ondes produites par le déplacement des navires, et sur les relations entre ces ondes, la forme du flotteur et le travail nécessaire pour imprimer à celui-ci des vitesses déterminées. Sur tous ces points, ainsi que sur les phares, l'auteur a fait des travaux originaux dont il expose les résultats en même temps qu'il résume les études de ses devanciers.

Nous avons donc là un livre qui se recommande à tous les marins, même, et surtout, aux plus instruits. Il s'adresse encore aux savants que les choses de la mer intéressent, mais qui n'ont pas le loisir de les étudier à fond. En dehors d'une riche collection de faits, on y trouvera, racontés d'une façon très suggestive, l'historique et la filiation des inventions qui font de sir W. Thomson un des savants contemporains qui ont le mieux mérité de la marine. E. CASPARI.

Witz (Aimé), *Docteur ès sciences, Ingénieur des Arts et Manufactures.* — **La Machine à vapeur.** *Un vol. in-18 de 324 pages et 80 figures dans le texte. (Prix : 4 fr.) J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille, Paris, 1891.*

Dans ce petit livre très élémentaire, M. A. Witz s'est proposé de mettre à la portée de tous la théorie et la pratique de la machine à vapeur ; aucune des questions que soulève cet important sujet n'a été laissée de côté ; certaines d'entre elles n'ont pu naturellement être approfondies, mais toutes ont été suffisamment indiquées pour laisser au lecteur des idées justes.

Ce volume fait partie de la Bibliothèque des Connaissances utiles ; M. A. Witz, en l'écrivant, ne s'est donc pas adressé à des savants ou à des praticiens déjà au courant de la mécanique, mais bien au grand public ; il a voulu être très clair, très simple, et cependant très complet ; on doit reconnaître qu'il a remarquablement atteint ce double but. J. POULET.

Atkinson Longridge (James), *Memb. Inst. Civil eng.* — **The artillerie of the future and the new powders.** (*L'artillerie de l'avenir et les nouvelles poudres*). *E. et F. N. Spon, 125, Strand, London; New-York : 12, Cortlandt Street, 1891.*

Ainsi que M. Longridge le remarque lui-même, le titre qu'il a choisi est fait pour étonner au premier abord ; intituler un livre *l'Artillerie de l'avenir*, c'est indiquer implicitement que de grands perfectionnements seront réalisés en artillerie, alors que d'une façon générale, dans tous les pays civilisés, on se croit, sur ce point, bien près de la perfection.

Le titre adopté par M. Longridge heurte donc une opinion généralement admise ; c'est pour cela qu'il l'a inscrit en tête de son ouvrage. En profond désaccord sur les principes mêmes avec les comités d'artillerie de l'Angleterre et du Continent, il a voulu appeler la discussion sur ces divergences et apporter l'autorité de son nom, de ses travaux, à ce qu'il croit être la vérité. Son livre est un livre de combat : « Celui qui a la vérité de son côté, dit l'auteur, est aussi sot que lâche s'il craint de la confesser parce que les opinions des autres ont la vogue ou la majorité. »

Depuis de longues années déjà, la tendance des fabricants de canons est d'augmenter la longueur de ces engins et de réduire la pression qui s'y produit : ils cherchent à diminuer la force explosive en la faisant agir plus longtemps. M. Longridge est d'un avis diamétralement opposé ; il veut de hautes pressions dans des canons forts et comparativement courts. Nous ne pouvons naturellement prendre parti dans une question aussi délicate et aussi spéciale ; mais, quel que soit le sort que l'avenir réserve à l'opinion de M. Longridge, il l'appuie sur des expériences trop sérieuses, il a une notoriété trop considérable, pour que son ouvrage ne fixe pas l'attention de tous ceux que préoccupent les progrès de l'artillerie. L. O.

Faye (Hervé), *de l'Académie des Sciences.* — **Sur une révolution dans les idées météorologiques.** *Extrait des Comptes-Rendus des séances de l'Académie des Sciences, t. CXII, Séances du 19 mai et du 8 juin 1891.*

M. Faye a réuni en brochure ces deux communications déjà analysées ici-même [1]. Les météorologistes trouveront dans cette plaquette une discussion remarquable des idées nouvelles relatives aux grands mouvements de l'atmosphère. L. O.

Barral (G.). — **Histoire d'un inventeur.** *Un fort volume in-4° de 600 pages avec 280 figures (8 fr.). Georges Carré, éditeur, 58, rue Saint-André-des-Arts, Paris, 1891.*

Ce beau volume est consacré tout entier à l'exposé des travaux de M. G. Trouvé sur l'électricité, et à la description des appareils si ingénieux qui ont donné au nom de cet inventeur sa notoriété. L. O.

Poche (G.). — **Origine des forces de la Nature. Nouvelle théorie remplaçant celle de l'attraction.** *1 vol. in-18 (3 fr.). G. Masson, éditeur, 120, boulevard Saint-Germain, Paris, 1891.*

[1] Voyez à ce sujet la *Revue* du 15 juin 1891, t. II, p. 385, et du 30 juin 1891, t. II, p. 428.

2° Sciences physiques.

Everett (J.-D). — **Illustrations of the C. G. S. System of units, with tables of physical constants;** (*Unités et constantes physiques*) *petit* in-8° (6 *fr.* 25). *Macmillan and Co, Bedford Street, Covent Garden, Londres*, 1891.

Cet ouvrage, sous un titre nouveau, n'est autre que la troisième édition profondément modifiée, des *Unités et constantes physiques*, dont le grand et légitime succès a été consacré par des traductions française, allemande, russe, polonaise et italienne. Arrivé au bon moment, ce petit livre a rendu un réel service à la physique, en popularisant le système C. G. S., qui s'y trouvait exposé dans toute sa rigueur, avec exemples à l'appui, et coefficients de transformation dans les autres systèmes usuels d'unités.

L'arrangement général du livre est resté celui que nous connaissons par la traduction de 1883 :

Tables de réduction des mesures anglaises en C.G.S ; théorie des unités ; choix des unités fondamentales ; unités mécaniques ; hydrostatique, élasticité, viscosité, déformations ; astronomie (pourquoi en cet endroit?) ; vitesse du son ; lumière ; chaleur ; magnétisme ; électricité. Un appendice contient les rapports du Comité des unités nommé par l'Association britannique.

L'auteur a entendu rester pratique ; en tête de chaque chapitre, il rappelle en quelques lignes les notions indispensables à l'intelligence du sujet, discute les dimensions des grandeurs à mesurer, en indique les unités C. G. S. et usuelles, puis donne quelques tableaux de constantes.

Le tout est clair, précis, facile à saisir. Nous remarquons, dans cette nouvelle édition, quelques paragraphes extraits des travaux de MM. Rücker et Fitzgerald, et concernant les dimensions des unités électrostatiques et électromagnétiques en fonction de la perméabilité du milieu. L'auteur nous avertit que l'introduction du chapitre de la chaleur a dû subir une petite révolution par suite de la découverte de M. Rowland concernant la variation de la chaleur spécifique de l'eau. Nous croyons qu'il eût pu faire mieux, et maintenir les anciens nombres, en attendant des déterminations précises qui pourraient fort bien infirmer le résultat trouvé par M. Rowland à l'aide d'une méthode trop indirecte. Par compensation l'auteur conserve en d'autres endroits des nombres bien vieillis, ceux de Pouillet par exemple sur la dépression capillaire du mercure ; les points critiques mentionnés déjà par M. Van der Waals dans sa thèse ; on n'ignore pas que, sous l'impulsion même de ce travail magistral, de nombreuses et importantes déterminations ont été faites qui complètent et rectifient ce tableau.

Le lecteur pourra éprouver quelque embarras dans le choix des longueurs d'onde, légèrement discordantes citées d'après MM. Rowland et Bell et d'après le dictionnaire de Watt. On s'étonnera aussi que, dans un livre aussi purement C. G. S., certains résultats soient donnés dans des unités différentes ; citons les compressibilités en atmosphères ou en tonnes par pouce carré. Ces quelques critiques, formulées pour la bonne règle, nous tenons à dire qu'il ne faudrait pas s'en exagérer l'importance. L'ouvrage de M. Everett demeure un guide excellent à travers le système C. G. S. Mais il ne dispense en aucune façon le physicien de l'emploi de tables de constantes plus complètes, établies sur un type uniforme, et avec une sévère critique des sources.

Ch.-Ed. Guillaume.

Baume-Pluvinel (De la). — **La photographie au gélatino-bromure d'argent.** 3e *série* (2 *fr.* 75). *Bibliothèque photographique, Gauthier-Villars*, 55, *quai des Grands-Augustins, Paris*, 1891.

Dans deux ouvrages précédemment parus, le comte Aymar de la Baume-Pluvinel avait déjà traité avec une compétence et une clarté indiscutables les questions du *temps de pose et du développement* : ces deux livres, le dernier surtout, sont des ouvrages qui sont dans les mains de tout praticien ou amateur sérieux, car ce ne sont pas des traités écrits à la légère par un professionnel empirique, mais des traités mûris et raisonnés, écrits par la main d'un photographe doublé d'un savant.

Aujourd'hui, l'auteur expose avec la même autorité tout ce qui a trait aux actions latentes de la lumière : son action sur les substances sensibles, et en particulier sur les émulsions au gélatino-bromure d'argent si universellement répandues aujourd'hui. Tout ce qui se rapporte aux actions chimiques de la lumière se trouve consigné, analysé et discuté dans ce petit livre, écrit dans une langue sobre et claire. C'est un livre utile, je dirai même nécessaire, un de ces opuscules que liront tous ceux qui ne se contentent pas d'un manuel opératoire appris par l'usage, mais qui désirent aller au fond des choses ; qui ne s'arrêtent pas au *comment*, mais désirent aller jusqu'au *pourquoi*. Il n'y a que des félicitations à adresser à l'auteur pour la rédaction de son nouvel ouvrage ; il n'y aura, j'espère, que des félicitations à lui adresser pour son succès, qui me semble assuré par son nom même.

Alphonse Berget.

Georges Lemoine. — **Dissociation du bromhydrate d'amylène sous de faibles pressions.** — *In-8°, Gauthier-Villars et fils*, 55, *quai des Grands-Augustins, Paris*, 1891.

Les expériences de mesure sur les équilibres chimiques sont relativement peu nombreuses, surtout en ce qui concerne les systèmes homogènes. Les seules recherches de ce genre sont celles de M. Lemoine sur l'acide iodhydrique, expériences qui ont été reprises ensuite par MM. Troost et Hautefeuille. L'acide iodhydrique présente un cas particulier : c'est qu'il est formé sans variations de volume. Il était très important de savoir comment se comporteraient, sous l'influence des variations de pression, des composés formés avec variations de volume. C'est le but que s'est proposé M. Lemoine en étudiant la dissociation du bromhydrate d'amylène. De nombreuses mesures, effectuées par la méthode des densités de vapeur, le conduisent au résultat qu'annonçait la théorie : *Pour les corps formés avec condensation, une diminution de pression facilite la dissociation.*

Georges Charpy.

Le Chatelier (H.). *Ingénieur en chef des Mines.* — **Note sur le dosage du grisou par les limites d'inflammabilité.** — *Annales des Mines*, 8e *série, tome XIX*, 2e *livraison de* 1891, *page* 388.

Les Américains emploient depuis quelque temps un nouvel indicateur de grisou que M. Paul Bayard, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, a décrit dans les *Annales des Mines*, 8e série, tome XIX, page 379. Cet appareil, constitué en fait par un avertisseur et un analyseur, repose en principe sur la *fixité absolue* de la proportion de gaz combustible nécessaire dans un mélange avec de l'air pur pour que l'inflammation se produise. Cette proportion serait de 0,060 pour le grisou, de 0,085 pour un gaz d'éclairage moyen.

Le fait précédent, énoncé par M. Shaw, l'inventeur du nouvel avertisseur, est en contradiction avec les idées généralement admises ; aussi M. Le Chatelier a-t-il voulu tout d'abord le vérifier. Les expériences qu'il a faites lui ont montré l'exactitude parfaite de cette loi : « J'ai constaté, dit-il, que les limites d'inflammabilité pouvaient être déterminées d'une façon certaine et sans difficulté à $\frac{1}{1000}$ près du volume total. » Les irrégularités que l'on avait cru rencontrer au voisinage des limites d'inflammabilité tiennent sans doute au manque de précision dans la mesure des volumes gazeux.

M. Le Chatelier, remarquant que les appareils de M. Shaw sont d'une assez grande complication, indique une méthode qui conduit d'une façon beaucoup plus simple au même résultat ; le procédé qu'il décrit per-

met de faire très rapidement l'analyse précise de l'air des mines; nous n'avons pas besoin d'insister dès lors sur l'intérêt qu'il présente. L. O.

Gautier (Armand), *de l'Institut.* — **Sophistication et Analyse des vins.** 4e *édition*, 1 *volume in*-18. (6 *fr.*) *Librairie J.-B. Baillière et fils*, 19, *rue Hautefeuille*, *Paris*, 1891.

Dans ce nouvel ouvrage, destiné principalement aux chimistes et aux experts, M. A. Gautier complète ses précédentes publications en s'inspirant des progrès actuels de la science au sujet des falsifications du vin.

Après avoir passé rapidement en revue les causes des sophistications des vins et les procédés employés par les falsificateurs, l'éminent auteur aborde la première partie de son ouvrage, comprenant *la composition et l'analyse des vins.* Après une étude générale des matériaux du vin se trouve une série de tableaux très soignés donnant la composition des principaux vins français et étrangers. Les méthodes d'analyse qui viennent ensuite sont décrites avec les plus grands détails. Le dosage de l'alcool est indiqué par les procédés de l'alcoomètre, de l'ébullioscope et de l'œnorhéomètre, basé sur les vitesses variables d'écoulement à travers les tubes étroits de liquides plus ou moins alcooliques. Quant à l'extrait sec, M. A. Gautier préconise sa détermination par l'évaporation dans le vide, au point de vue de l'exactitude. L'auteur décrit, outre les dosages qu'on exécute ordinairement, l'appréciation du coefficient de coloration, les déterminations des acides malique, borique, sulfureux, de l'hydrogène sulfuré, de l'acide nitrique, de l'acide sulfurique libre ou à l'état de bisulfate, de l'azote, de la saccharine.

Dans la seconde partie, consacrée à *la caractérisation de chaque sophistication et à l'influence des procédés de vinification sur la composition des vins*, M. A. Gautier examine l'ensemble des caractères permettant de dire qu'un vin a été mouillé, additionné de piquettes, de vins de raisins secs, qu'il a subi le vinage, le sucrage, le glycérinage ou le muttage, le phosphatage ou le tartrage. La coloration artificielle des vins prend une grande place dans cette seconde partie: les diverses matières colorantes végétales ou dérivées du goudron de houille sont d'abord étudiées en détail; puis viennent les divers essais des vins par la craie armée de réactifs ou par les réactifs ordinaires, et enfin des tableaux indiquant la marche à suivre pour reconnaître la nature de la couleur ajoutée au vin suspect. L'auteur continue en indiquant les considérations permettant de dire qu'un vin a été plâtré, déplâtré, salé, aluné, additionné de matières minérales ou de tannins.

Le volume se termine par un examen sommaire des maladies des vins : ascescence, tourne, pousse, amertume, graisse, et des remèdes à y apporter. Enfin, un chapitre spécial sous le titre : documents à consulter, comprend les lois, circulaires, rapports, etc., relatifs aux vins.

Deux planches coloriées relatives aux essais par la craie albuminée et deux planches reproduisant les levures et les germes des maladies du vin, complètent l'ouvrage de M. A. Gautier.

Ce livre est à recommander, non seulement par sa précision et sa clarté, mais aussi par les nombreuses observations et innovations théoriques et pratiques qu'il contient et que l'auteur a acquises par son habileté et sa longue expérience du sujet traité.

A. Hébert.

3° Sciences naturelles.

Costantin (J.) et **Dufour** (L.). — **Nouvelle Flore des Champignons.** 1 *vol. in*-12 (*Prix* 5 *fr.* 50 *broché.* 6 *fr. reliure anglaise.*) *Librairie Paul Dupont, Paris*, 1891.

Les prospectus sont souvent trompeurs: ils promettent plus qu'ils ne donnent; mais c'est là, nous sommes heureux de le dire, un reproche que l'on ne pourra pas faire au petit volume tout récemment publié par MM. Costantin et Dufour. Les prospectus adressés aux botanistes n'avaient, à coup sûr, rien de séduisant: le papier était mauvais, le texte et les figures mal tirés; mais le livre a fort heureusement les qualités inverses, et son exécution typographique est remarquable, malgré les nombreuses difficultés qu'elle présentait.

Le but que les auteurs se sont proposé est de mettre à la portée de tous la connaissance des Champignons basidiomycètes dans un livre complet et d'un prix modéré, et ils y sont arrivés ; ils ont dressé pour cela des clefs dichotomiques faciles à consulter, qui renvoient à de charmants croquis réunis en planches. La flore de MM. Costantin et Dufour, qui s'adresse surtout aux débutants, deviendra le *vade mecum* du mycologue, et nous lui souhaitons tout le succès qu'elle mérite.

C. Sauvageau.

Chauveaud (Gustave). — **Recherches embryogéniques sur l'appareil laticifère des Euphorbiacées, Urticacées, Apocynées et Asclépiadées.** — *Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris. Ann. des Sc. nat. G. Masson*, 120, *boulevard Saint-Germain, Paris*, 1891.

Bien que la liste soit déjà fort longue des travaux consacrés à l'étude des laticifères et du latex, il reste encore, dans ce coin obscur de l'anatomie et de la physiologie végétales, bien des questions à élucider et de nombreux problèmes à résoudre. M. Chauveaud n'a pas abordé le moins difficile et le moins intéressant de ces problèmes en se proposant de rechercher l'origine des laticifères jusque dans l'embryon d'un certain nombre de plantes appartenant aux quatre familles citées plus haut.

Il a été précédé dans cette voie par Schmalhausen qui dans un travail relativement récent (1877) a étudié l'origine des laticifères non-seulement chez les Euphorbes, mais encore chez les Asclépiadées, Apocynées, Urticées, Chicoracées et Campanulacées. Cet auteur a montré que chez l'Euphorbe, par exemple, les laticifères se différencient de très bonne heure comme cellules distinctes à l'intérieur de l'embryon; il a indiqué la situation respective de ces cellules initiales et, les suivant dans leur évolution, les a vues émettre des prolongements qui s'anastomosent pour former un anneau, d'où se détachent des rameaux qui se rendent à la racine, aux cotylédons, au cône végétatif, pour donner naissance à tous les laticifères de la plante, aucune nouvelle formation de cellules laticifères n'intervenant ultérieurement.

Ce sont ces résultats que M. Chauveaud s'est proposé de vérifier, de compléter et d'étendre. Au sujet de l'origine des laticifères par des cellules déjà nettement distinctes dans les tissus de l'embryon, il n'a pu que confirmer les faits énoncés par ses devanciers; mais grâce à une technique nouvelle qui lui a permis d'étudier les embryons les plus petits, il a fixé dans beaucoup de cas le nombre et la situation respective de ces cellules initiales; il a montré qu'elles apparaissent toujours dans le même plan transversal de l'embryon (plan nodal) et qu'elles appartiennent dans la plupart des cas au péricycle. Poursuivant ses investigations pendant le développement de l'embryon, il a décrit en détail la formation de l'anneau qui doit donner naissance aux laticifères de la racine, des cotylédons et de la tige et il a suivi attentivement le trajet des laticifères dans les deux premiers de ces organes au début de la germination; enfin il a cru pouvoir affirmer que, dans les cas où la plante acquiert des formations secondaires, ces formations sont parcourues par des laticifères issus des branches voisines des assises génératrices et appartenant au système laticifère primitif; on ne constaterait jamais l'apparition de nouvelles initiales après les premiers stades du développement embryonnaire.

A l'encontre de Schmalhausen qui niait le passage des laticifères de la racine dans les radicelles, il a

établi l'existence des laticifères dans ces derniers organes, confirmant ainsi les résultats de Schullerus; il a montré en même temps que ces laticifères des radicelles n'existent jamais que dans le cylindre central et que leur nombre, toujours très restreint, est intimement lié à celui des faisceaux.

Malheureusement M. Chauveaud ne paraît pas avoir suivi bien loin les prolongements des laticifères primordiaux dans la tige et dans les feuilles, de sorte que ce chapitre de l'histoire des laticifères, de tous le plus intéressant, nous échappe encore. L'auteur a beau soutenir que seule l'étude du développement embryonnaire peut donner une notion exacte et complète de l'appareil laticifère de la plante adulte, nous ne voyons pas très bien comment la connaissance de ce développement embryonnaire pourra nous expliquer la marche et la distribution des laticifères dans la tige, les branches et les feuilles, d'autant plus qu'il avoue lui-même (p. 149) avoir vainement cherché les débuts de l'appareil laticifère dans l'embryon des *Vinca major*, *Vinca minor*, *Amsonia latifolia et Tabernæ montana* qui possèdent cependant des laticifères dans les organes de la plante adulte; nous sommes bien obligé d'en conclure que tous les laticifères n'ont pas une origine embryonnaire et qu'il est peut-être fort imprudent d'émettre une opinion aussi générale sans preuves suffisantes à l'appui.

L'auteur discute dans les deux derniers chapitres la nature morphologique des laticifères et leur importance au point de vue de la classification. Nous ne croyons pas que ces deux questions puissent être éclairées d'un jour nouveau par les observations contenues dans la thèse de M. Chauveaud, puisque ces observations intéressent presque uniquement le développement des laticifères dans l'embryon; nous ne suivrons donc pas l'auteur dans les considérations théoriques qu'il a cru devoir émettre.

Nous ne le chicanerons pas non plus outre mesure sur un certain nombre de points de détail qui seraient peut-être fort discutables, ni sur le singulier travers dans lequel il est tombé en affublant des noms les plus bizarres les objets les plus vulgaires: il était bien inutile en effet d'inventer le nom de microplyne pour désigner un entonnoir et celui de microzète pour un support à verres de montre. Nous devons malheureusement adresser à l'auteur une critique dont l'importance ne lui échappera pas. Son travail est surtout une œuvre de vérification destinée à préciser utilement les détails de faits déjà énoncés; or les qualités maîtresses d'un mémoire de cette nature doivent être évidemment la minutie dans les détails et la rigueur dans les descriptions. Nous sommes obligé de reconnaître que ces qualités de précision se trouvent singulièrement amoindries par ce fait que l'auteur n'a pas pris soin d'établir une correspondance rigoureuse entre les numéros des figures et les indications de son texte. Nous n'avons pas relevé moins de trente de ces indications erronées qui rendent la lecture du mémoire particulièrement pénible, sinon impossible. Nous nous permettons de signaler ce fait, car de telles incorrections surprennent, surtout quand on les rencontre dans un travail présenté à la Faculté et soumis à sa sanction.

Henri LECOMTE.

Verneau (R). **Les races humaines.** (*Collection des merveilles de la Nature, de Brehm.*) — *Un vol in-8° de* 800 *pages avec* 500 *figures* (11 *francs*). *J.-B. Baillière et fils*, 19, *rue Hautefeuille. Paris*, 1891.

Depuis l'ouvrage de Richard en 1843, il n'y aurait pas eu, d'après la préface que M. de Quatrefages a écrit pour le livre de M. Verneau, de traité complet d'anthropologie. Après avoir éliminé comme trop succincts ou trop incomplets les livres de Latham, d'Omalius d'Halloy, le savant professeur présente le travail de son préparateur au Muséum. Qu'il nous soit permis de rappeler le précis d'anthropologie de Hovelacque et Hervé, paru en 1887, ouvrage dont la lecture semble un peu aride et sèche, mais qui est très documenté et très complet.

Un aperçu d'anthropologie générale constitue une introduction très utile à l'étude des Races humaines, et permet à l'auteur d'exposer ses vues personnelles sur quelques points encore fort contestés de la science. Sur plusieurs M. Verneau hésite à suivre docilement son maître, M. de Quatrefages; c'est ainsi qu'il ne se décide pas à trancher la question du Règne humain, mais se contente d'exposer les faits apportés par les monogénistes et les polygénistes pour la défense de leur opinion.

Signalons les pages consacrées à l'homme préhistorique, aux divers âges de cette préhistoire, et notamment l'exposition critique des faits qui tendent à établir l'existence d'un ancêtre à l'époque tertiaire.

Les chapitres consacrés aux races actuelles sont pleins de renseignements sur les caractères ethniques, les habitudes sociales et les mœurs. La linguistique, si importante aujourd'hui, est malheureusement oubliée.

Parmi les nombreuses figures qui illustrent le livre, un grand nombre proviennent de clichés bien connus, un peu usés; mais il en est quelques-unes nouvelles, copiées sur les photographies appartenant à la collection du Muséum.

L. O.

4° Sciences médicales.

Duroziez (D[r] P.). — **Traité clinique des maladies du cœur.** — 1 *vol. in-8°* (10 *fr.*) *G. Steinheil*, 2, *rue Casimir-Delavigne, Paris*, 1891.

Depuis sa thèse sur la digitale, publiée en 1853, M. Duroziez n'a cessé de s'occuper du cœur, et de nombreux mémoires sur ce sujet ont montré que ses recherches n'étaient pas stériles. C'est l'ensemble de ces travaux, le résultat de cette longue expérience que l'auteur nous donne dans un volume qu'on lira avec un grand intérêt.

Ce n'est pas là un traité didactique des maladies du cœur, mais une sorte d'enseignement familier, comme on peut le faire à la visite d'hôpital. On sent que l'auteur a fouillé passionnément son sujet, qu'il n'a pas accepté aveuglément les opinions transmises par les maîtres, mais qu'il les a contrôlées au lit du malade; il en est résulté que la complexité des cas l'a éloigné des types classiques et qu'il a cherché à rendre fidèlement les très nombreux aspects que peuvent présenter les cardiaques. Comme il le dit lui-même : « le médecin voit des malades et non des maladies. »

Cette complexité même peut dérouter un peu l'étudiant qui débute; mais pour peu qu'on ait quelque expérience de l'auscultation, on sera bien aise de trouver ici une interprétation raisonnée des apparentes contradictions qu'on a cru relever entre les signes observés et la description officielle du type idéal correspondant.

La première partie du traité contient les données anatomo-physiologiques nécessaires à connaître pour comprendre le mécanisme des troubles cardiaques.

La deuxième partie est consacrée à la Pathologie du cœur : elle s'ouvre par un chapitre de sémiotique très intéressant par le caractère essentiellement pratique des observations : on voit que l'auteur s'est appliqué à se faire une méthode personnelle d'examen du malade, et c'est le résultat de cette expérience dont il veut faire profiter le lecteur. On y trouve déjà les découvertes originales auxquelles le nom de Duroziez reste attaché : le claquement présystolique des veines crurales, le double souffle intermittent.

Viennent ensuite les différents types cliniques, divisés en *lésions des membranes*, *rétrécissements et insuffisances*, *lésions combinées*, *lésion de l'aorte*, etc.

Signalons en passant le *rétrécissement mitral pur*, décrit pour la première fois par l'auteur en 1877, d'origine congénitale, qu'il faut distinguer du rétrécisse-

ment mitral rhumatismal, saturnin, et caractérisé par la constance et la pureté des bruits et du rythme, de plus, spécial à la femme. Cette lésion, d'abord discutée, souvent méconnue, est rare, en somme, et peut-être aujourd'hui trop facilement admise dans des cas qui n'ont rien à voir avec elle.

A noter la description du *grand cœur rhumatismal*, montrant bien l'imprégnation de tout l'organe par le rhumatisme, et combien il faut faire bon marché ici de la mécanique cardiaque isolée.

Plusieurs autres chapitres méritent d'être mentionnés comme ayant un caractère de réelle originalité : cœur et hystérie, dégénérescence graisseuse et électrisation du cœur, angio-sclérose, etc.

Le chapitre du traitement est surtout une étude consciencieuse et pratique de la digitale : les autres médicaments cardiaques, si nombreux depuis quelques années, et pour lesquels beaucoup de praticiens tendent à abandonner la digitale, ne sont admis par l'auteur que d'une façon très secondaire.

Une troisième partie résume la partie touffue du volume, et schématise en quelque sorte les descriptions *causées* et entremêlées d'observations, dont nous avons indiqué le caractère complexe : c'est le tableau diagnostique des maladies du cœur.

Tout ce livre, nous le répétons, est écrit d'un style familier et se lit très facilement : M. Duroziez a bien fait de réunir ainsi ses nombreux travaux disséminés dans diverses publications; leur ensemble constitue un tout d'intérêt réel et d'une utilité pratique incontestable.

Dr Ray. Durand-Fardel.

Trousseau (Dr). — **Guide pratique pour le choix des lunettes** (*Prix : 1 fr.* 50). *Société d'édition*, 4, *rue Antoine-Dubois*, *Paris*, 1891.

Comme le Dr Trousseau le dit lui-même dans sa préface, son petit guide en 80 pages ne contient aucune considération théorique : il est exclusivement pratique. Cependant il paraît difficile qu'un étudiant ou un médecin puisse trouver dans ce court résumé les notions nécessaires à l'examen des yeux et à la correction des diverses amétropies. Cette tâche sera encore rendue plus difficile par un certain nombre de lapsus ou plutôt d'erreurs typographiques qui pourraient induire en erreur les personnes peu habituées à l'étude de la vision. Ainsi il est dit page 38 qu'en enlevant le cristallin on ne rend l'œil hypermétrope qu'au cas très rare où la myopie dépasserait 11 D; c'est évidemment le contraire que le Dr Trousseau a voulu dire. De même plusieurs passages clairs pour celui qui sait, seront lus difficilement par tout le monde. Aussi pensons-nous que cette petite brochure devra plutôt servir d'aide-mémoire au médecin qui a su, mais auquel la mémoire peut faire défaut par suite d'un manque d'habitude de ce genre de question; à cet égard elle rendra de réels services.

Dr G. Weiss.

Straus et **N. Gamaleia.** — **Recherches expérimentales sur la tuberculose. La tuberculose humaine. Sa distinction de la tuberculose des oiseaux.** — *Arch. de méd. expérim. et d'anat. pathol.*, *Paris, juillet* 1891 *T. III, p.* 457.

MM. Straus et Gamaleia donnent dans ce mémoire le résultat d'une étude qu'ils ont faite aussi complète que possible du bacille de la tuberculose humaine et de celui de la tuberculose aviaire, différents l'un de l'autre par leurs effets, ainsi que cela a été établi récemment par Rivolta, Maffucci, Koch, Cadiot, Gilbert et Roger. Semblables pour la forme et pour la réaction à l'égard des matières colorantes, les bacilles de ces deux variétés de tuberculose se distinguent déjà par l'aspect de leurs cultures sur milieux solides. Tandis que les cultures de tuberculose humaine sur le sérum, sur la gélose glycérinée, sont sèches, écailleuses ou verruqueuses, ternes et dures, celles de l'aviaire sont humides, grasses, plissées et molles. Le bacille humain ne se développe pas à 43°; l'aviaire pousse rapidement et abondamment à cette température.

Leurs effets pathogènes sont différents : le chien jouit d'une immunité très grande à l'égard de la tuberculose aviaire; il est facile de lui communiquer la tuberculose humaine. La poule, au contraire, absolument réfractaire à la tuberculose humaine, succombe régulièrement à l'inoculation de la tuberculose aviaire.

Chez les animaux, tels que le lapin, le cobaye, offrant de la réceptivité pour les deux bacilles, les effets de l'inoculation sont différents : le bacille humain provoque constamment chez ces animaux l'apparition de tubercules dans le poumon, la rate et le foie. Le bacille aviaire les tue sans lésion apparente dans les organes internes.

L'emploi des milieux glycérinés ne modifie pas les propriétés pathogènes des deux bacilles.

Dr Henri Hartmann.

Ch. Carrière. Etude sur la purification des eaux courantes. — *Transactions of the American Society of civil Engineers*, 1891. *p.* 21.

L'assainissement spontané des fleuves a déjà été observé par un grand nombre d'hygiénistes : les études sur la purification de l'Isar à sa sortie de Munich, où il reçoit toutes les immondices, de la Vupper après son passage à Elberfeld, de la Seine enfin, si contaminée par les déjections de Paris, sont classiques. Il est néanmoins très difficile de déterminer le parcours nécessaire dans chaque cas à cette purification, tant sont peuplées les rives de ces fleuves. Le Dr Carrière a pu entreprendre quelques recherches à ce sujet dans des circonstances plus favorables : il a étudié à ce point de vue certains fleuves américains des régions encore peu habitées du Far-West. Ces rivières, polluées par les agglomérations humaines, coulent ensuite pendant plusieurs milles sans être exposées à de nouvelles sources de contamination. Il était donc plus facile d'éliminer les causes d'erreur et d'observer avec plus de précision les variations de la richesse bactériologique des cours d'eau. Malheureureusement les observations, comme l'ont fait remarquer quelques membres de la Société des ingénieurs civils dans la discussion qui a suivi ce Mémoire, ne sont pas suffisamment nombreuses; quelques-unes même sont en contradiction avec les conclusions de l'auteur. Pour le Dr Carrière, les eaux courantes possèdent un pouvoir de purification très net, et cette action est constatée par la diminution du nombre des bactéries dans les échantillons d'eau pris à différentes distances du point de contamination. Quant à la distance où cette purification est suffisante, elle est naturellement très variable; dix milles suffiraient, d'après certaines observations, alors que dans d'autres cas l'eau serait encore très polluée après une course de trente milles; mais la méthode d'énumération des colonies est insuffisante; il importe avant tout de savoir ce que deviennent les bactéries pathogènes, le sort des autres intéressant peu les hygiénistes. M. Carrière suppose que ces bactéries pathogènes perdent une partie de leur virulence ou sont tellement diluées que leur petit nombre dans une certaine quantité d'eau les rend inoffensives. Ces suppositions acceptables ne sont appuyées par aucun fait précis.

Quant au mécanisme de l'assainissement, il est des plus complexes : action des algues et des micro-organismes non pathogènes, phénomènes d'oxydation, dépôt de bacilles aux points morts. Ce sont là des causes déjà connues et généralement admises. Dans la discussion, on a rappelé le rôle que le Dr Sorby accorde aux organismes plus élevés, tels que les Infusoires et les Entomostracés, dans l'assainissement des cours d'eau, les agents animés jouant, selon lui, un rôle beaucoup plus important que les processus chimiques.

L. O.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

(*La plupart des Académies et Sociétés savantes, dont la* Revue *analyse ordinairement les travaux, sont actuellement en vacances.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 14 septembre.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Le Cadet** : Observations de la comète Wolf, 1884 III, faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon.

2° Sciences physiques. — M. **H. Faye** résume la discussion qui s'est élevée récemment entre M. Hann et M. Ferrel au sujet de la théorie des cyclones. M. Hann, s'appuyant sur une nombreuse série d'observations de température dans les montagnes, avait démontré que la variation de la température atmosphérique suivant la verticale ne peut pas être la condition première des cyclones comme l'admet la théorie de la convection. M. Ferrel, partisan de cette théorie, discute la valeur des observations de M. Hann et celui-ci présente leur défense. M. H. Faye fait remarquer à quelles difficultés se heurte maintenant la théorie de la convection, qu'il combat depuis longtemps. — M. **Paquelin** présente un foyer formé de fils de platine demeurant incandescent au milieu de l'eau. Le dispositif de ce foyer, qui a donné à l'auteur les meilleurs résultats, consiste en une bande de toile de platine, enroulée sur elle-même en forme de cylindre plein et enchassée dans une cupule de même métal à tige creuse. On chasse dans ce foyer un mélange gazeux d'air et de vapeurs hydrocarbonées en proportions convenables. On enflamme le mélange ; la flamme disparaît bientôt comme absorbée par le platine et le foyer devient incandescent. Lorsque le gaz y est projeté sous la pression produite par la poire de Richardson, ce foyer prend un éclat comparable à celui de la lumière électrique ; il peut être plongé dans l'eau sans cesser d'être lumineux.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Rommier** rapporte l'observation suivante d'un viticulteur du Bordelais, M. H. de Meynot. Deux vignobles, situés l'un à Saint-Emilion, l'autre dans la Dordogne, donnent normalement des vins très différents, celui de la Dordogne étant de qualité inférieure ; mais si les raisins de ce dernier sont transportés à Saint-Emilion et foulés dans une cuve ayant contenu de ce vin, ils donnent un vin semblable au Saint-Emilion ; il en est de même si les cuvées de la Dordogne sont ensemencées avec une petite proportion du moût de Saint-Emilion. — M. **Maupas** a pu déterminer, pour l'*Hydatina senta*, une condition de milieu dont l'action sur les générateurs détermine la sexualité des produits. On sait que, dans cette espèce, certaines mères pondent exclusivement des œufs mâles, d'autres exclusivement des œufs femelles. Or, en faisant varier la température du milieu où s'engendre l'œuf dont sortira la femelle, on obtient à volonté des pondeuses de mâles ou des pondeuses de femelles. Les œufs développés entre 26° et 28° C. donnent des pondeuses de mâles ; ceux développés entre 14° et 15° C. donnent des pondeuses de femelles. — M. **A. Chatin** a étudié les truffes blanches de Syrie connues sous le nom de *Kammé* ; il les détermine comme une espèce nouvelle de *Terfezia* le *T. Claveryi*, du nom du Directeur du Commerce aux Affaires étrangères, qui a procuré les matériaux de son travail à M. Chatin.

Mémoires présentés. — M. **S. Philippidès** adresse un mémoire sur la sériciculture dans la région de Brousse. — M. **F. Quénisset** adresse une observation de Jupiter pendant le passage du troisième satellite devant la planète. — M. **Rollet** adresse une note relative à la théorie des polyèdres. — M. **A. Maury** adresse une note relative à un projet de modification du théodolite pour la mesure des angles avec une grande approximation.

Séance du 21 septembre.

1° Sciences mathématiques. — M. **F. Sy** : Observations de la nouvelle planète Charlois (28 août) faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire d'Alger. — M. **G. Le Cadet** : Observations de la comète Wolf (1884 *e* III) faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon. — M. **J.J. Landerer** : Sur l'éclipse partielle du premier satellite de Jupiter par l'ombre du second. — M. **Mouchez** présente le deuxième volume du Catalogue de l'Observatoire de Paris ; les observations nécessaires pour le Catalogue entier sont à peu près terminées ; c'est le manque de calculateurs qui retarde la publication des deux derniers volumes. — M. Mouchez présente à l'Académie la première partie des : « Observations des nébuleuses et d'amas stellaires » de M. **G. Bigourdan** : cet astronome s'est proposé de mesurer avec précision toutes les nébuleuses observables à Paris ; un assez petit nombre l'avait été jusqu'ici malgré de nombreux travaux sur ce sujet ; grâce à une méthode nouvelle, M. Bigourdan a pu en sept années effectuer une partie considérable de sa tâche aujourd'hui avancée plus qu'à moitié.

2° Sciences naturelles. — M. **Chauveau** s'est posé la question de savoir si, dans le phénomène de Feschner (sensation chromatique subjective dans les deux yeux succédant à l'excitation d'un seul œil par une lumière colorée, l'œil excité percevant la complémentaire de la couleur excitatrice, l'autre œil cette couleur même), il s'agit d'une illusion de notre jugement ou bien de la transmission de l'excitation d'un centre perceptif au centre symétrique. Appliquant à l'analyse de ce phénomène le dispositif employé pour ses expériences récentes sur la fusion des couleurs au moyen du stéréoscope, et, opérant sur ces couleurs subjectives comme sur des couleurs objectives, il conclut des faits observés qu'il s'agit bien de la diffusion de l'excitation d'un des deux centres à l'autre. — M. **Ch. Brongniart** : Les métamorphoses des criquets pèlerins (*Acridium peregrinum*). L'auteur a observé, entre autres choses, que, lors de la dernière métamorphose, le corps du criquet est rouge violacé. Plus tard, il devient jaune en passant par des couleurs intermédiaires. L'auteur conclut que la couleur des insectes, lors de l'invasion, peut fournir des indications utiles sur la situation de leur point d'origine. — M. **L. Daniel** a fait de nombreux essais de greffe sur les parties souterraines (racines et tubercules) de plantes voisines ou éloignées de l'espèce ayant fourni le greffon ; il a obtenu des résultats positifs et des résultats négatifs dans l'un comme dans l'autre cas. De l'examen de ces divers cas, il conclut que la condition capitale pour la réussite d'une greffe consiste dans la possibilité du passage direct des réserves nutritives d'une plante dans l'autre.

Mémoires présentés. — MM. **P. Ribard**, **E. Suarès**, **Ravet-Dumesnil** adressent des communications relatives à divers dispositifs destinés à prévenir les rencontres des trains de chemin de fer. — M. **A. P. Marty** adresse une communication relative à un traitement des maladies parasitaires de la vigne et des plantes en général. — M. **Millot-Carpentier** : De la galvano-tuberculose ; méthode pour obtenir la destruction du bacille de Koch et des autres éléments microbiens pathogènes dans les tissus.

L. Lapicque.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 8 septembre

M. **Charpentier** : Néphrite infectieuse puerpérale. Le début de l'albuminurie a été très insidieux; elle n'a apparu que 44 jours après l'accouchement. Il y a eu des frissons répétés sans accidents locaux du côté de l'utérus et des annexes. La température a présenté de grandes oscillations (35°, 6 à 41°). Le pouls a oscillé entre 100 et 120 pulsations. Quant aux urines, elle ne sont devenues franchement albuminuriques que 35 jours après le début des accidents. La dyspnée existait longtemps avant que l'urine présentât de l'albumine. — Discussion sur la race juive et sa pathologie, à laquelle prennent part MM. **Worms, Lagneau, Javal, G. Sée.**

Séance du 15 septembre

M. **Hardy** : Discussion sur la pathologie de la race juive. — M. **Hérard** : Rapport sur un mémoire de M. le Dr Nadaud intitulé : Du traitement de la tuberculose pulmonaire par les injections hypodermiques d'aristol.

Séance du 22 septembre.

M. **Cadet de Gassicourt** lit un rapport sur le concours pour le Prix de la fondation Monbinne en 1891. — M. **Charpentier** : Rapport sur un cas d'amnésie post-éclamptique, publié par le Dr Bidon (de Marseille). — M. le Dr **Duret** (de Lille) : De la diplopie monoculaire comme symptôme cérébral. — M. le Dr **Guermonprez** (de Lille) : 1° Une nouvelle observation d'hystérectomie abdominale totale ; 2° Hémostase préventive de la carotide externe au moyen de la compression élastique.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 26 septembre 1891.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. A. C. Oudemans** présente la troisième partie de son travail « Die Triangulation von Java ».

2° Sciences physiques. — M. A. P. N. Franchimont annonce que M. **C. A. Lobny de Bruyn** s'est occupé de la préparation et de l'examen des propriétés d'une matière nouvelle, l'hydroxylamine. Il fait circuler un petit flacon rempli de cette substance, en beaux cristaux, sans couleur ni odeur, obtenue en décomposant la solution méthylalcoolique du chlorhydrate d'hydroxylamine à l'aide du méthylate de sodium et en distillant et fractionnant le résultat dans le vide. La pureté de l'échantillon est 99,6 $^0/_0$; la substance entre en fusion à 31°,5 et, sous une pression de 35 $^m/_m$ elle distille à 60° ou 61°. — M. **E. Mulder** présente un mémoire « sur une substance composée, déduite de l'acide tartrique ».

3° Sciences naturelles. — M. **H. Behrens** annonce qu'à l'aide d'un microscope à grossissement considérable et à éclairage convenable il a pu mettre en évidence le réseau d'acier trempé sur des plaques polies sans gravure préalable à l'eau forte et sans se servir des couleurs de recuit. Les courbes serpentines foncées doivent être attribuées au polissage fort et correspondent aux courbes claires du réseau obtenu à l'aide de la gravure par MM. Sorby et Wedding; il démontre que l'acier trempé est un mélange intime de fer doux et de grains durs et irréguliers d'un carbure. Quelques variétés de fonte grise à grains fins se prêtent à la trempe tout aussi bien que l'acier. Le métal trempé montre des cristallites rectangulaires. Par la gravure à l'eau forte les globulites brunissent et le réseau reste clair. Le graphite a disparu à quelques lamelles près. Quand on radoucit le métal, une grande quantité de poussière noire se dépose autour des globulites. Donc, au lieu de la décomposition en fer et en carbure dur de fonte blanche supposée par M. Sorby, il se montre une décomposition en fer et en carbone libre. — M. **A. A. W. Hubrecht** présente son mémoire « The developement of the germinal layers of Sorex vulgaris ». — M. **M. Weber** présente le premier fascicule du tome second de son travail « Zoölogische Ergebnisse einer Reise in Niederländisch-Ost-Indien ». — M. **J. M. van Bemmelen** montre des cartes géologiques, qui font connaître les résultats des travaux de MM. **J. L. C. Schroeder van der Kolk** et **H. van Capelle.**

4° Sciences médicales. — M. **B. J. Stokvis** lit un éloge de Donders, le réformateur de l'ophthalmologie, qui était membre de l'Académie dès 1855, jusqu'à sa mort en 1889, et occupait la présidence de la section des sciences exactes de 1865 à 1883. — M. Th. W. Engelmann fait connaître le résultat des expériences de M. **G. Gryns** concernant une fonction centrifugale du nerf optique. Ces expériences démontrent incontestablement que les fibres épaisses de ce nerf transportent des excitations lumineuses ou chimiques de l'un des deux yeux à la rétine de l'autre, ce qui se trahit par un changement des courants électriques constatés par M. Holmgren. — M. Engelmann présente ensuite un mémoire de M. **H. J. Hamburger** sur l'influence de la respiration sur la perméabilité des globules du sang. — MM. Engelmann et C. A. Pekelharing sont nommés rapporteurs. — M. **Stokvis** présente son travail « Voordrachten over geneesmiddelleer. »

Schoute,
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE SAINT-PÉTERSBOURG

Depuis le dernier compte-rendu de ses séances, l'Académie a reçu les communications suivantes :

1° Sciences mathématiques. — M. **Backlund** présente un mémoire intitulé : *Eléments et éphémérides de la comète d'Encké pour l'année* 1891. — M. **Bredikhin** lit une note *sur les radiants des Andromédides*, dans laquelle il recherche, d'après les observations faites dans ces derniers temps en Italie, les propriétés du courant des météores de la comète de Biela. Il insiste notamment sur la forme de la surface de la radiation et sur la durée du phénomène; suivant lui, tous ces faits concordent avec son hypothèse de l'origine des étoiles filantes. L'existence de deux courants, — l'un, connu depuis la fin du siècle dernier, l'autre ayant apparu il y a une trentaine d'années, — peut être ainsi aisément expliquée. Dans les flots qui ont formé le premier courant, la vitesse initiale était telle, que le temps de la rotation de la partie principale de ce courant était plus grand que celui de la rotation de la comète; l'excédent de vitesse était tel que les orbites des météores du courant n'ont pas subi de trop grandes perturbations par suite de l'action de Jupiter; cette planète a, au contraire, beaucoup influencé la position de l'orbite de la comète. Le deuxième courant fit son apparition après que l'orbite de la comète eut pris sa nouvelle position, et ses éléments diffèrent de ceux du premier courant autant que la nouvelle position de l'orbite diffère de l'ancienne.

2° Sciences physiques. — M. Wild présente pour la publication dans le *Repertorium fur Meteorologie* de l'Académie, la note de M. **E. Berg** : *Sur la fréquence et la distribution géographique des fortes pluies dans la Russie d'Europe.* En se servant des observations faites pendant la période quinquennale (1886-90) dans toutes les stations pluviométriques de la Russie, M. Berg cherche à déterminer la périodicité et la distribution des averses pendant lesquelles il est tombé plus de 40^{mm} d'eau en 24 heures. Voici les résultats auxquels l'ont conduit ses recherches : 1° La périodicité des averses est sujette à des variations notables d'année en année. 2° Elle dépend de la topographie du pays, surtout en ce qui concerne la position plus ou moins continentale des localités. 3° La périodicité la plus marquée a été ob-

servée sur la côte sud-est de la Crimée et vers la frontière sud-ouest de l'Empire. Une périodicité un peu moins accentuée a été remarquée dans toute la zone qui s'étend à l'est du Dniéper, à travers Smolensk, vers le Nord. Dans le reste de l'Empire, la fréquence des averses est trop peu notable pour donner lieu à une périodicité. 4° Les averses paraissent augmenter d'intensité en allant du nord-est au sud-ouest. 5° La limite nord de la zone où l'on a constaté des averses de plus de 100^{mm} d'eau tombée par 24 heures se trouve dans la Russie centrale, au voisinage de la province ou gouvernement de Moscou. 6° Sauf dans le sud-est, la fréquence des averses se répartit ainsi, suivant les saisons : très grande en été, moindre au printemps qu'en automne. 7° La durée des averses pendant la période annuelle présente son minimum dans le nord-est de l'Empire. Elle augmente à mesure que l'on s'avance vers le sud-ouest et atteint son maximum dans les provinces du sud-ouest où, dans tous les mois, sauf en février, on a pu observer des quantités d'eau tombée dépassant 40^{mm} par 24 heures. 8° En général, les averses sont limitées comme étendue ; cependant, on en a remarqué souvent simultanément sur des espaces considérables. 9° Les averses répandues ainsi sur des grands espaces sont toujours en connexion avec les dépressions barométriques ; sur la carte, la zone de la fréquence maxima des averses se présente toujours comme une mince bande entourant l'aire de la dépression. 10° Les grandes averses observées sur des espaces étendus sont surtout fréquents en juillet et août. Le mémoire original de M. Berg sera accompagné d'une carte.

3° Sciences naturelles. — M. **Famintsin** communique le projet d'un *Rapport sur les progrès de la Botanique en Russie pendant l'année* 1890. En imitant l'exemple donné par la Société russe de chimie qui publie des rapports annuels, traduits presque aussitôt en allemand à Berlin, le savant académicien pense que son rapport, le premier de ce genre pour les sciences naturelles, sera bien accueilli par tous les savants russes qui pourront ainsi se tenir au courant des travaux de leurs compatriotes et faire connaître leurs découvertes à l'étranger. La plus grande partie du rapport est déjà achevée par M. Famintsin en collaboration avec MM. Kouznetsoff et Ivanovski ; elle contient les analyses d'un grand nombre de travaux botaniques. D'après une décision spéciale de l'Académie, le Rapport sera publié en un volume à part. — M. **Strauch** présente, pour la publication dans le *Bulletin* de l'Académie, une note *sur les espèces de lézards du genre Stellio*, contenant, outre l'étude critique des espèces conservées au musée de l'Académie, la description d'une espèce nouvelle : *Stellio Lehmanni*. Ce lézard a été découvert vers 1840 par le Dr Lehmann, dans les montagnes d'Oalyk-Taou ; d'autres exemplaires (plus d'une vingtaine) ont été envoyés depuis par les voyageurs zoologistes russes qui ont traversé le Turkestan : MM. Kouchakevitch, Roussof, Regel et Lidski. — MM. Shrenck, Strauch et Pleske présentent le travail de M. **E. Bichner**, conservateur du Musée zoologique de l'Académie, intitulé : *Sur les dessins de la Rhytine* (*Rhytina Gigas* Zimm.), *surtout d'après les matériaux trouvés dans les manuscrits de la Bibliothèque privée de Sa Majesté l'Empereur, à Tsarskoïe Selo*. Les manuscrits en question sont ceux de Sven Vaksel, relatifs à la deuxième expédition de Behring, dans la presqu'île de Kamtchatka. Ignorés jusqu'à présent, ces manuscrits renferment des dessins originaux, d'après nature, de l'animal disparu. Après avoir fait une analyse critique de tous les renseignements que l'on possède actuellement sur les dessins originaux de la Rhytine découverte par Steller, et après les avoir comparés à ceux que l'on trouve dans les manuscrits de Tsarskoïe Selo, M. Bichner arrive à cette conclusion, que toutes les images connues jusqu'à présent ne sont que des copies plus ou moins réussies de celles que Vaksel avait dessinées lui-même, ou bien qu'il avait fait faire à différentes époques. Les dessins qui accompagnent le journal de voyage manuscrit de Vaksel, frappent par leur exécution artistique et par la vérité dans les détails. La trouvaille de M. Bichner est certainement une bonne acquisition pour la science, surtout si l'on ajoute que les notes manuscrites de Vaksel donnent la description détaillée de l'extérieur de la Rhytine et fournissent des détails sur le genre de vie de cet animal, disparu il y a déjà un siècle. Le travail de M. Bichner sera publié dans les « Mémoires » de l'Académie avec la reproduction phototypique des dessins originaux de Vaksel. — M. Pleske lit le rapport sur l'ouvrage de **M. A. Nikolsky**, relatif à *la faune des Vertébrés de la Crimée*. Ce travail est un résumé critique de tout ce que l'on sait, soit d'après les mémoires publiés, soit d'après les collections, sur les Vertébrés de la Tauride. Dans la partie générale de son mémoire, l'auteur pose différentes questions relatives à la faune de la Crimée, montre la distribution géographique des Vertébrés dans cette contrée, suivant les saisons de l'année, et explique les rapports que présente cette faune avec celles des pays adjacents. Le travail de M. Nikolsky sera publié comme supplément aux Mémoires de l'Académie. — M. Strauch lit la note de M. **Zaroudnyi** *sur une nouvelle variété de faisan : Phasianus principalis, Delat. var. Klossowskii Tarn.*, trouvée dans le Turkestan. M. **Khrouchtchof** donne la description *d'une roche spéciale des monts Taimyr*, rapportée par l'expédition dirigée par le membre de l'Académie, M. A.-Th. Middendorf. Cette roche, composée exclusivement de sanidine et de nauséane, présente une structure granitoïde. M. Khrouchtchof propose de lui donner le nom de *Taimyrit*, d'après le lieu de son gisement. — M. **Karpinsky** fait une communication *sur la structure de la chaîne de montagnes qui s'étend au nord des monts Ilmenskiia* (dans l'Oural), et qui forme avec ces derniers un tout au point de vue orographique, aussi bien qu'au point de vue géologique. La structure pétrographique de cette chaîne est beaucoup plus homogène que celle de l'Oural central. Parmi les roches dominantes, la plus remarquable est une syénite nefelitique (*miaskit*), trouvée tout d'abord dans les monts Ilmenskiia, puis dans leur prolongement septentrional, près du lac de *Balk*, dans le mont *Sobatchia* et dans les collines *Vichniovyia*. Dans une autre communication, le savant académicien fait connaître les *meilleures méthodes de la détermination quantitative directe de la silice ;* ces méthodes sont au nombre de deux : 1° celle proposée par lui-même encore en 1871, et qui consiste à traiter la substance examinée par l'acide sulfurique concentré, dans un tube clos, à une température élevée et sous une haute pression ; 2° la méthode de Brönner ou le traitement par l'acide hydro-fluosilicique, qui donne de bons résultats, malgré toutes les objections que l'on ait formulées dans ces derniers temps. En terminant, M. Karpinsky montre à l'assemblée un remarquable *échantillon d'opale* trouvé dans le district d'Ekaterinbourg (Oural) et que l'on pourrait prendre, d'après son aspect extérieur, pour de l'obsidienne.

Séance du 10 *septembre* 1891.

1° Sciences mathématiques. — M. le Secrétaire de l'Académie lit la communication de M. **Bredikhin**, déposée sous pli cacheté, par ce dernier le 18 juillet dernier. Elle se rapporte aux courants météoriques. Voici le résumé de cette communication faite par l'auteur lui-même : « Je considère comme un couronnement essentiel de ma théorie de l'origine des étoiles filantes, l'*explication* (basée sur les données de cette théorie) de la *durée* toujours plus ou moins grande des courants météoriques. Ainsi les Perséides tombent pendant plus d'une quinzaine de jours, etc. Cette durée est étroitement liée aux dimensions du plan de radiation. Les orbites des météores qui sont projetés de la comète au dehors dans un moment donné et sur un point donné, près de l'un des nœuds de l'orbite de la comète, se réunissent en un nœud précisément dans

ce point. Quant aux autres nœuds de ces orbites à dimensions diverses, ils se réunissent dans le plan de l'écliptique (et de l'orbite de la comète) ; cette réunion n'a pas lieu cependant dans un point, mais le long d'une ligne droite allant du Soleil vers l'autre nœud de l'orbite de la comète. (Voyez mon mémoire : *Sur les propriétés importantes des courants météoriques.*) Les distances entre ces nœuds et le Soleil correspondent aux différences du temps de rotation ; elles présentent, dans certaines conditions, toutes les quantités possibles depuis les unités (l'unité est ici la distance du Soleil à la Terre) jusqu'aux dizaines et centaines des unités. Les grandes planètes : Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune, se rapprochent périodiquement de cette ligne des nœuds, chacune après sa rotation complète ; elles produisent de grandes perturbations dans les orbites des météores qui passent en même temps qu'elles à travers la ligne des nœuds et dont les rayons vecteurs ne présentent pas de grandes différences avec les rayons vecteurs des planètes. Dans le courant des Perséides les orbites des météores s'unissent en un faisceau, près du nœud descendant de l'orbite de la comète, par 317°5 de longitude ; les autres nœuds se trouvent sur la ligne allant du Soleil vers la longitude 137°5. Jupiter passait près de cette ligne dans les années 1884.85, 1872.98, 1861.12, c'est-à-dire dans les intervalles de 11.86 d'année. Les passages de Saturne par la même orbite s'effectuent tous les 29 ans, ceux d'Uranus tous les 84 ans, ceux de Neptune tous les 164 ans, etc. Jupiter a produit de grandes perturbations dans les orbites des météores dont le rayon vecteur aux environs de la ligne des nœuds ne différait que peu de 5.2. Parmi les éléments de perturbation, les plus intéressants sont ceux de la longueur du nœud et de la modification de l'inclinaison, car on peut les déterminer directement d'après les observations des météores. Si, par suite des différences dans les perturbations des orbites du courant, produites par différentes planètes, les nœuds des orbites s'écartent l'un de l'autre de quelques degrés, la visibilité du courant se trouve prolongée d'autant de journées de 24 heures. La position de l'orbite de la comète (d'après le nœud et l'inclinaison) sera également modifiée, seulement à un moindre degré, par suite de perturbations subies par la comète elle-même ; ainsi la position de l'orbite de la comète 1862, III entre ses météores, a été sensiblement modifiée par l'action d'Uranus en l'an 129. Tout ce qui vient d'être dit sur les Perséides peut s'appliquer dans ses traits généraux aux autres courants météoriques, sauf un léger changement dans les détails, c'est-à-dire dans les nombres. » Le mémoire détaillé de M. Bredikhin sera bientôt présenté à l'Académie.

2° Sciences naturelles. — M. Famintsin présente une note de M. **Kouznetsof** accompagnée d'une planche et portant le titre : *Sur les nouvelles Gentianées asiatiques.*

O. Backlund,
Membre de l'Académie.

CHRONIQUE

LE CONGRÈS ASTRONOMIQUE DE MUNICH

La *Société astronomique internationale*, qui se réunit tous les deux ans et qui compte aujourd'hui 318 membres, a tenu à Munich sa 14e assemblée. La première séance a eu lieu le 5 août dernier sous la présidence de M. Gyldén, directeur de l'Observatoire de Stockholm.

C'est principalement sous l'impulsion de cette société qu'a été entrepris le travail grandiose, conçu par Argelander, d'observer avec précision toutes les étoiles jusqu'à la 9e grandeur inclusivement : dans la séance du 5 août il a été rendu compte de l'état d'avancement de ce travail, aujourd'hui presque terminé, et auquel ont pris part un grand nombre d'Observatoires des divers pays.

Cette Société surveille aussi la détermination des orbites des comètes, et le Prof. Weiss, directeur de l'Observatoire de Vienne, a émis le vœu qu'un Bureau spécial fût chargé de ces calculs.

Après avoir entendu diverses communications sur des sujets très spéciaux, et décidé que la prochaine réunion se tiendrait dans deux ans à Utrecht, on s'est occupé enfin des petites planètes, dont les observations et les calculs constituent pour l'astronomie actuelle une charge extrêmement lourde, mais que l'on ne peut songer à négliger, car on tomberait aussitôt dans un inextricable désordre. D'ailleurs, ainsi que nous avons eu l'occasion de le dire ici (*Revue*, T. I, p. 177) ces astres nous ont révélé des faits intéressants et peuvent rendre encore d'importants services.

La Société astronomique a nommé une Commission pour l'étude de cette question et on décidera sans doute que dans chaque pays on calcule les planètes qui y ont été découvertes. Or il a été découvert en France près de 100 de ces astéroïdes. Le personnel des Observatoires français serait insuffisant pour un tel labeur ; mais il sera sans doute secondé par des amateurs astronomes de bonne volonté qui auraient là un champ tout à fait propre pour exercer leur activité. Ces amateurs seraient sûrs de trouver auprès du personnel des Observatoires tous les renseignements qui leur seraient utiles, et d'ailleurs il existe une traduction française récente d'un ouvrage qui leur rendrait ce travail bien facile [1].

Tant au point de vue des calculs qu'à celui des observations, ce commerce des amateurs sérieux avec le personnel des Observatoires pourrait devenir des plus féconds et permettrait d'utiliser des forces importantes, aujourd'hui infructueuses faute de direction sérieuse.

G. Bigourdan,
Astronome adjoint à l'Observatoire de Paris.

Erratum. — La revue annuelle de géologie, publiée dans le dernier numéro de la *Revue* (p. 609 à 616), a été faite par M. Léon Carez ; une *coquille* ayant estropié la première lettre du prénom de notre collaborateur, nous nous empressons de la rectifier.

[1] Nous voulons parler du *Traité de la détermination des orbites des Comètes et des Planètes* d'Oppolzer, traduit récemment en français par M. E. Pasquier, professeur d'astronomie à l'Université de Louvain. Cette traduction, plus correcte encore que la dernière édition de l'ouvrage original, a été dès son apparition jugée très favorablement par tous les journaux astronomiques ; à chaque pas la théorie est éclaircie par des exemples où rien n'est omis et qui indique même la disposition à donner aux calculs. Un *appendice* résume les formules à employer dans la pratique et dispense de recourir chaque fois au texte de la démonstration. L'ouvrage se termine par des tables numériques très étendues, d'une rare correction et qui abrègent beaucoup le calcul des orbites.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier

Paris.— Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17.